

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

EVALUACIÓN INVERNO-PRIMAVERAL DE UNA MEZCLA FORRAJERA

por

**Germán KAUFFMAN FERNÁNDEZ
Nelson Federico MARTINUCCI ALONSO
Ana Julia OLAIZOLA BELOQUI**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2014**

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Esp. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha: 29 de octubre de 2014

Autores: -----
Germán KAUFFMAN FERNÁNDEZ

Nelson Federico MARTINUCCI ALONSO

Ana Julia OLAIZOLA BELOQUI

AGRADECIMIENTOS

Al director de la tesis Ing. Agr. Ramiro Zanoniani por darnos la posibilidad de realizar esta tesis y por el apoyo brindado.

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

Agradecemos especialmente a nuestras familias y amigos por el apoyo brindado a lo largo de toda la carrera.

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>	4
2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA MEZCLA	4
2.1.1 <u>Festuca arundinacea</u>	4
2.1.2 <u>Lotus corniculatus</u>	5
2.1.3 <u>Trifolium repens</u>	8
2.1.4 <u>Género Paspalum</u>	9
2.1.4.1 <u>Paspalum notatum</u>	10
2.1.4.2 <u>Paspalum dilatatum</u>	11
2.2 MEZCLAS FORRAJERAS.....	12
2.3 EFECTOS DEL PASTOREO.....	16
2.3.1 <u>Objetivos del pastoreo</u>	16
2.3.1.1 Manejo del índice de área foliar	16
2.3.2 <u>Morfogénesis de la parte aérea</u>	18
2.3.3 <u>Dinámica de la pastura</u>	19
2.3.4 <u>Defoliación</u>	20
2.4 FACTORES QUE DEFINEN EL MANEJO DEL PASTOREO.....	21
2.4.1 <u>Introducción</u>	21
2.4.2 <u>Principales objetivos en el manejo estacional de praderas</u>	22
2.4.2.1 Invierno	22
2.4.2.2 Primavera	23
2.4.3 <u>Frecuencia e intensidad de pastoreo</u>	23
2.4.3.1 Frecuencia	23
2.4.3.2 Intensidad	24
2.4.4 <u>Momento de pastoreo</u>	24
2.4.5 <u>Pastoreo controlado</u>	25
2.5 PRODUCCIÓN ANIMAL.....	26
2.5.1 <u>Introducción</u>	26
2.5.2 <u>Efectos del pastoreo sobre el desempeño animal</u>	27
2.5.3 <u>Consumo animal</u>	29

2.5.3.1	Selectividad animal	30
2.5.3.2	Oferta forrajera.....	31
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	33
3.1	CONDICIONES EXPERIMENTALES	33
3.1.1	<u>Ubicación experimental</u>	33
3.1.2	<u>Descripción del sitio experimental</u>	33
3.1.3	<u>Antecedentes del área experimental</u>	33
3.2	TRATAMIENTOS	34
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL	35
3.4	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	36
3.4.1	<u>Variables determinadas</u>	37
3.4.1.1	Disponibilidad y remanente de materia seca	37
3.4.1.2	Altura del forraje disponible y del remanente	38
3.4.1.3	Forraje desaparecido	38
3.4.1.4	Forraje producido	38
3.4.1.5	Tasa de crecimiento.....	38
3.4.1.6	Composición botánica de la pastura	39
3.4.1.7	Peso de los animales.....	39
3.4.1.8	Ganancia de peso diaria	39
3.4.1.9	Producción de peso vivo por hectárea.....	40
3.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	40
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	41
4.1	DATOS CLIMÁTICOS	41
4.2	PARÁMETROS DE PRODUCTIVIDAD DE LA PASTURA.....	44
4.2.1	<u>Forraje disponible</u>	44
4.2.1.1	Cantidad de forraje disponible	44
4.2.1.2	Relación entre cantidad y altura de forraje disponible	46
4.2.2	<u>Forraje remanente</u>	47
4.2.2.1	Cantidad de forraje remanente	48
4.2.1.2	Relación entre cantidad y altura de forraje remanente	49
4.2.3	<u>Forraje disponible y desaparecido</u>	51
4.2.4	<u>Composición botánica del disponible y del remanente</u>	54
4.3	PARÁMETROS DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL	60
4.3.1	<u>Peso de los animales</u>	60
4.3.1.1	Ganancia de Peso Diaria	60
4.3.2	<u>Producción de Peso vivo por hectárea</u>	62
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	65
6.	<u>RESUMEN</u>	66

7.	<u>SUMMARY</u>	67
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	68
9.	<u>ANEXOS</u>	77

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Densidad de siembra en kg/ha de las especies sembradas.	34
2. Balance hídrico del período experimental.	42
3. Forraje disponible en kg/ha MS y altura del mismo en cm por estación y por tratamiento.....	46
4. Forraje remanente en kg/ha MS y altura del mismo en cm por estación y por tratamiento.....	49
5. Producción de forraje (kg/ha MS) por tratamiento, por estación y promedio para el período experimental. OF (%) y carga animal (animales/ha) por tratamiento promedio del período experimental.....	53
6. Porcentaje de cada componente de la mezcla según oferta de forraje.	59
7. Peso inicial, final y promedio de los animales y carga por tratamiento.	60
8. Ganancia media diaria (kg/día) por tratamiento y por periodo.	61
9. Oferta de forraje (% PV) y producción de peso vivo (kg/ha PV) según tratamiento.....	63
10. kg MS producida y kg PV producidos relacionados a través de la eficiencia de producción.	64

Figura No.

1. Croquis del área experimental.	36
2. Registro de precipitaciones durante el período experimental comparado con el promedio histórico.	41
3. Precipitaciones, ET y balance hídrico acumulado durante el período experimental.	42
4. Registro de temperatura durante el período experimental comparado con el promedio histórico.	43
5. Disponibilidad de forraje (kg/ha MS) por tratamiento, por estación y el promedio del período invierno-primaveral.	44
6. Relación funcional entre cantidad de forraje disponible (kg/ha MS) y altura (cm) del mismo.	47
7. Remanente de forraje (kg/ha MS) por tratamiento, por estación y el promedio del período invierno-primaveral.	48
8. Relación funcional entre cantidad de forraje remanente (kgMS/ha) y altura (cm) del mismo.	50
9. Forraje disponible y desaparecido en kg/ha MS	51
10. Contribución en kg/ha MS de gramíneas, leguminosas y malezas en invierno y primavera.	54
11. Contribución en kg/ha MS de cada una de las especies de leguminosas en la pastura.	55

12. Evolución de la proporción relativa de los componentes de la pastura en la mezcla testigo según fecha de muestreo.....	56
13. Evolución de la proporción relativa de los componentes de la pastura en el tratamiento P.N según fecha de muestreo.....	57
14. Evolución de la proporción relativa de los componentes de la pastura en el tratamiento P.D según fecha de muestreo.....	58

1. INTRODUCCIÓN

Existen distintas alternativas forrajeras en el Uruguay, las mismas van desde pasturas naturales, sistemas más extensivos, hasta pasturas cultivadas, sistemas más intensivos. Definir cuál alternativa se adapta mejor a cada sistema de producción dependerá de los objetivos del sistema pero hay parámetros que permiten hacer una comparación entre pasturas. Entre ellos se destacan la producción total anual de materia seca, la calidad de la pastura y la distribución estacional de la producción.

Las pasturas cultivadas suponen la destrucción total de la vegetación presente, la preparación de una buena sementera, el agregado de nutrientes y la siembra de mezclas forrajeras compuestas por gramíneas y leguminosas, lo que da lugar a la formación de pasturas mixtas (Carámbula, 2008a).

Uno de los principales problemas que son mencionados a nivel de producción es la falta de persistencia de las pasturas sembradas, en este sentido la inclusión de gramíneas perenne estival que permitan aumentar la biomasa de forraje y reduzcan el enmalezamiento en dicho periodo se vuelve fundamental para potenciar todo el sistema.

Zanoniani (2010) sostiene que un aspecto importante a tener en cuenta es la baja o nula disponibilidad de especies nativas C4 para incluir en mezclas forrajeras, las que por su mayor adaptación a altas temperaturas, su mejor comportamiento a déficit hídricos, su ausencia de fotorespiración y su buen comportamiento a crecer a bajos niveles de nitrógeno, permitirían incrementar aún más la estabilidad productiva de las pasturas. Según Carámbula (2008a) las plantas C4 tienden a presentar tasas de crecimiento y producción de materia seca mayores a las C3 (son fotosintéticamente más eficientes que las C3) así como una mayor adaptación a ambientes cálidos y áridos, pero su valor nutritivo es menor que las C3.

En general las gramíneas se adaptan muy bien a la mayoría de los suelos, no producen meteorismo, presentan muy pocos ataques de plagas y enfermedades, proveen alta persistencia a las pasturas, permiten controlar las malezas de hoja ancha más fácilmente y proveen materia seca a las pasturas a lo largo de todo el año.

En cuanto a las leguminosas, éstas constituyen un componente invaluable en la pastura ya que son dadoras de nitrógeno y presentan un alto valor nutritivo, especialmente por sus proteínas y minerales (Carámbula, 1977). Algunas de sus ventajas son su alta digestibilidad y la mejora que realizan en

las propiedades químicas del suelo (particularmente en profundidad). Entre las desventajas se encuentran: menor capacidad competitiva por nutrientes y luz, mayor riesgo de plagas y enfermedades que las gramíneas, mayor riesgo de meteorismo y mayor necesidad de resiembra para mantener buenas poblaciones.

Desde el punto de vista de producción animal, las gramíneas constituyen el volumen de forraje más importante, pero para que mantengan una alta producción es necesario que cuenten con una fuente apropiada de nitrógeno. Es por lo antes mencionado, que cuanto mayor sea la proporción de leguminosas en la mezcla, mayor será el aporte de nitrógeno que estas le brinden a las gramíneas.

En cuanto a la carga animal, numerosas experiencias han demostrado que la asignación a la pastura de un número adecuado de animales es el factor principal o de mayor peso relativo, por sus efectos directos y por la interacción que generalmente se observa con otras estrategias de manejo (Cangiano, 1996).

Smetham (1990) sostiene que un aumento en la presión de pastoreo acarrea un aumento en la eficiencia de cosecha de forraje, pero como eso también implica una disminución en el índice de área foliar (IAF) y, consecuentemente, una menor intercepción de luz, la eficiencia de producción de forraje disminuye.

Para lograr la máxima producción por hectárea se debe evitar una defoliación tan severa que disminuya el crecimiento de la pastura, pero que, a su vez, sea lo suficientemente intensa como para que la eficiencia de cosecha sea alta, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia (Cangiano, 1996).

1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del trabajo es evaluar si existe efecto del tipo de mezcla forrajera sobre la productividad de la pastura y sobre el desempeño animal.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la producción de forraje y composición botánica inverno-primaveral de tres mezclas forrajeras en su segundo año de vida:

- *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*,
- *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum notatum*,
- *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum dilatatum*.

Evaluar la ganancia de peso vivo de los animales en base a la producción invierno-primaveral de las tres mezclas forrajeras.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA MEZCLA

2.1.1 Festuca arundinacea

Se trata de una gramínea perenne de ciclo de producción invernal y hábito de crecimiento cespitoso a rizomatoso. Crece muy bien en suelos medios, pesados y húmedos, tolera suelos ácidos y alcalinos, tiene problemas para su desarrollo en suelos arenosos (Langer, 1981).

Según Cowan, citado por Carámbula (1977) la implantación de esta especie es lenta debido a que sus plántulas son poco vigorosas, como consecuencia de esto es fácilmente dominada por especies anuales de rápido crecimiento.

Además de la lenta implantación, otras desventajas que presenta la especie son la falta de resiembra natural y la falta de apetecibilidad y de digestibilidad en etapas avanzadas del crecimiento.

Es una especie de buena precocidad otoñal, rápido rebrote de fines de invierno y una floración temprana (setiembre-octubre). En uso exclusivo de pastoreo se recomienda no permitir el encañado, ya que detiene la formación de macollas y el desarrollo del sistema radicular, proceso que debilita la planta (García, 2003).

En cuanto al manejo del pastoreo, la festuca tolera pastoreos continuos pero el mejor resultado en rendimiento y calidad se obtiene con pastoreos rotativos: frecuencia 15-18 cm e intensidad 5 cm. En primavera se debe evitar la encañazón con pastoreos más intensos y frecuentes; en verano si se busca favorecer la persistencia de la planta, se debe pastorear con la misma frecuencia pero a menor intensidad, entre 7 y 10 cm (Carámbula, 2008a).

El cultivar utilizado en este trabajo fue Tacuabé, el mismo es de tipo continental, puede crecer en todas las estaciones del año (presenta picos de producción en setiembre y otoño), no tiene reposo estival pero requiere un manejo cuidadoso en verano, tiene hojas anchas y hábito de crecimiento intermedio.

En Uruguay, INIA La Estanzuela ha creado la variedad sintética de uso público, Tacuabé, para mejorar tres deficiencias agronómicas importantes que presentaba Kentucky 31, material hasta ese entonces más usado comercialmente en el país. Los tres objetivos de mejoramiento fueron aumentar el potencial de producción de forraje otoño-invernal, la persistencia productiva y la fuerza de competencia con respecto al trébol blanco (Formoso, 2010).

La producción de esta especie según la evaluación INIA-INASE 2010 para el primer año es 6037 kg/ha MS, el segundo 12577 kg/ha MS y el tercer año 10135 kg/ha MS.

2.1.2 Lotus corniculatus

Se trata de una leguminosa rústica perenne, su ciclo de producción es estival y su hábito de crecimiento es erecto a partir de la corona. Esta especie se adapta a un amplio rango de suelos, creciendo en lugares donde otras leguminosas no prosperan, tolera frío y estrés, muestra una elevada plasticidad morfológica en el desarrollo de tallos y raíces y tiene además alta calidad de forraje (Carámbula, 2008a).

Con respecto a las condiciones edáficas, presenta una destacable tolerancia a suelos con fertilidad baja (en especial con bajos niveles de fósforo), condiciones extremas de humedad (drenaje pobre o sequías) y niveles elevados de acidez (Carámbula, 2008a).

La tolerancia antes mencionada del género Lotus es una llave para aumentar la producción y longevidad de los mejoramientos extensivos dado que gran parte de los mismos se realizan sobre suelos con estas condiciones. No se debe olvidar que los factores asociados a la acidez incluyen toxicidad por aluminio, hierro y manganeso, así como conducen a deficiencias en nutrientes esenciales tales como fósforo, calcio, magnesio y molibdeno. Además la acidez restringe el uso del agua por las plantas al reducir el crecimiento de las raíces. Con respecto a este comportamiento se ha demostrado que el género Lotus absorbe la mitad de aluminio que el trébol blanco y que su vigoroso y amplio sistema radicular, le permitirían sobrellevar las desventajas emanadas por niveles altos de acidez del suelo (Carámbula, 2008a).

Esta especie utiliza el fósforo en forma más eficiente que otras leguminosas y esto le permite prosperar en ambientes de baja fertilidad, pero si la fertilidad es aumentada las plantas de este género responden con mejor productividad y mayor persistencia (Ayala y Carámbula, 2009).

Hay una característica morfofisiológica que le permite a la especie adaptarse a las condiciones antes mencionadas: la presencia de una raíz pivotante con numerosas ramificaciones que le permite hacer un uso más eficiente de los nutrientes y resistir más fácilmente las sequías (Ayala y Carámbula, 2009).

Otra característica importante de la especie es la presencia de corona, órgano de reserva y fuente principal de regeneración anual mediante la formación de tallos aéreos en primavera y otoño. Las yemas presentes en la corona presentan baja tolerancia a la defoliación por pastoreo, al estar excesivamente expuestas a ser dañadas por el pisoteo de los animales (Ayala y Carámbula, 2009).

Las enfermedades de raíz y corona pueden afectar la longevidad y persistencia de las plantas en las pasturas, por lo que para esta especie se recomienda asegurar una resiembra natural eficiente a través de diferentes manejos, logrando con ello aumentar el banco de semillas en el suelo (Ayala y Carámbula, 2009).

Como características generales de la especie se pueden mencionar las siguientes: bajo vigor inicial, lento establecimiento, lento proceso de nodulación, alta susceptibilidad a enfermedades de raíz y corona, baja producción de forraje durante el período crítico invernal, buen potencial de producción primavero-estivo-otoñal, buena semillazón, longevidad de plantas adultas y resiembra limitadas, no presenta dormancia invernal (Carámbula 2008a, Ayala y Carámbula 2009).

La especie se destaca por presentar un alto valor nutritivo, comparable al de otras leguminosas importantes, con la ventaja de que al contrario de lo que sucede con éstas, no produce meteorismo. De acuerdo con Jones y Lyttelton, citados por Carámbula (2008a) este último comportamiento se debería a la baja solubilidad de las proteínas de las hojas, así como a la presencia de taninos condensados en el contenido celular (impiden la formación de espumas estables).

Cuando forma parte de una mezcla forrajera destinada al consumo animal se transforma en una especie muy valiosa al aportar alta digestibilidad, elevado porcentaje de proteína y bajo contenido de fibra (Ayala y Carámbula, 2009).

En cuanto al manejo de pastoreo, Formoso (1996) indica que manejos frecuentes (10-12 cm) e intensos (3 cm) determinan una baja producción de

forraje y baja longevidad de las plantas. Un manejo menos frecuente (20-25 cm) en verano sería el factor determinante en alcanzar condiciones de alta longevidad de plantas, y en estas condiciones la disminución de la intensidad de corte de 3 a 6 cm permitiría un mejor comportamiento productivo. Así mismo, manejos frecuentes en primavera determinan condiciones de menor producción de forraje y cuando se maneja en forma menos frecuente la producción de forraje anual incrementa. En condiciones de alta producción y persistencia (buenas condiciones fisiológicas y morfológicas del cultivo), el aumento de intensidad de corte de 6 a 3 cm, favorece mayores eficiencias de cosecha (eficiencia de utilización) y posibilita que se obtengan mayores rendimientos, por lo que se puede concluir que la intensidad de corte incide en forma diferencial según la condición fisiológica del cultivo. Las mayores producciones se logran cuando se manejan cortes menos frecuentes e intensidades de 3 a 6 cm.

El cultivar utilizado en este trabajo fue San Gabriel, este se caracteriza por tener un alto rendimiento anual, precocidad, crecimiento erecto a semi-erecto, baja capacidad de rebrote luego de una defoliación por poca área foliar remanente (Ayala y Carámbula, 2009).

Con respecto al último punto Zanoniani y Ducamp (2004) señalan una característica fundamental que presenta la especie es el alargamiento de entrenudos, que determina que la defoliación retire no solo folíolos sino también meristemas apicales y axilares que se encuentran por encima de la altura de corte y que las hojas más nuevas, que se encuentran en la parte superior del canopeo, sean susceptibles a ser removidas durante el pastoreo, determinando que el área foliar remanente sea nulo o de baja capacidad fotosintética.

Una de las desventajas que presenta el cultivar es la susceptibilidad a enfermedades de raíz y corona causadas por *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani* (Altier, 1997).

Puede incluirse en todas las mezclas forrajeras. Se combina muy bien con gramíneas perennes, ya sea como única leguminosa de la mezcla o en combinación con trébol blanco y/o alfalfa (Ayala et al., 2010).

Se mantiene activo durante el inicio del invierno, lo que resulta en un período de aprovechamiento más prolongado. Supera a otros cultivares en producción invernal y su mayor aporte se produce a partir de la primavera temprana (Ayala et al., 2010).

Este cultivar tiene excelente implantación en siembras convencionales o directa en otoño temprano (marzo-abril). Su rendimiento y persistencia se maximizan con pastoreos rotativos aliviados (Ayala et al., 2010).

La producción según la evaluación INIA-INASE 2010 para el primer año es 2319 kg/ha MS y para el segundo 12639 kg/ha MS.

2.1.3 *Trifolium repens*

Se trata de una leguminosa perenne de ciclo de producción invernal y hábito de crecimiento estolonífero, puede comportarse como anual, bienal, o perenne de vida corta dependiendo de las condiciones estivales (Carámbula, 2008a).

Según Carámbula (1977) esta leguminosa es la más utilizada en zonas donde las temperaturas de verano son moderadas y donde la falta de humedad del suelo no es limitante. De lo contrario, sufre enormemente la falta de agua y muchas plantas pueden morir durante el verano. En estos casos se comportaría como una especie anual, dependiendo su persistencia en la pastura de una buena resiembra natural.

En cuanto a las condiciones edáficas, se adapta mejor a suelos medianos y pesados, fértiles y húmedos, teniendo problemas en suelos con acidez, presencia de aluminio intercambiable, o con problemas de almacenaje de agua (Carámbula, 2008a).

Es una especie muy exigente en fósforo respondiendo muy bien a fertilizaciones, tanto iniciales como de mantenimiento.

Manejos controlados de fines de primavera permiten una buena semillazón y alivios durante el verano, principalmente en condiciones de déficit hídrico, aumentan la persistencia. Admite pastoreos relativamente intensos y frecuentes (Carámbula, 2008a).

El trébol blanco es una de las leguminosas con mayor digestibilidad y apetecibilidad, además de presentar un gran valor nutritivo y gran potencial de fijación de nitrógeno. Estas características hacen elevar la calidad de todas las pasturas en las que se lo incluyan. Sin embargo los riesgos de meteorismo en la época de crecimiento primaveral son elevados (Langer, 1981). Por lo tanto, el trébol blanco cuando es utilizado para uso pastoril se siembra con una

gramínea que presente su mismo ciclo de producción, de esta manera el forraje producido por la mezcla es balanceado y el riesgo de meteorismo se reduce.

Lo mencionado en el párrafo anterior es compartido por otros autores. Según Veribona (2006), el trébol blanco beneficia la ganadería intensiva de varias maneras, entre ellas, el valor de la pasturas con esta especie es superior, debido a su mayor contenido energético y de proteína cruda y a que la ingesta voluntaria de estas pasturas por el ganado son superiores debido a incrementos en la palatabilidad, lo que incrementa directamente el rendimiento y la producción ganadera.

Con respecto al meteorismo, Bretschneider (2008) señala que los riesgos por meteorismo en la época de crecimiento primaveral son elevados. Una de las medidas para mitigarlo es sembrarlo en mezclas ultrasimples con una gramínea, a excepción de que sea destinado a producir semillas, casos en los que obviamente se siembra puro.

Los cultivares de trébol blanco se clasifican según su tamaño de hoja: pequeña, intermedia y grande.

El cultivar utilizado en este trabajo fue Estanduela Zapicán, el mismo pertenece a los tréboles de hoja intermedia, con buen crecimiento invernal, de floración abundante y temprana, no posee latencia y su persistencia productiva promedio es de tres años. Presenta bajo vigor inicial y lento establecimiento (Ayala et al., 2010).

La producción según la evaluación INIA-INASE 2010 para el primer año es 4699 kg/ha MS y para el segundo 7359 kg/ha MS.

2.1.4 Género Paspalum

Se trata de una gramínea perenne nativa, su ciclo de producción es estival y su hábito de crecimiento es rizomatoso a cespitoso, se adapta mejor a suelos profundos y fértiles, resiste sequías y tolera excesos hídricos por su sistema radicular extenso, posee gran potencial de producción primavero-estivo-otoñal (Carámbula, 2002).

Las especies tipo C4 (estivales) usan más eficientemente el nitrógeno que las especies del tipo C3 (invernales) y en consecuencia poseen una mayor adaptación a suelos de baja fertilidad (Carámbula, 1991).

El *Paspalum* puede instalarse tanto en primavera como en otoño, siempre que la siembra se realice temprano. Demora en germinar varias semanas y presenta un crecimiento inicial bastante pobre (Carámbula, 2002).

En siembras de otoño se debe tener en cuenta que, si bien, las bajas temperaturas no matan las plántulas, la vegetación residente que se encuentra en pleno desarrollo puede dominarlas fácilmente debido a la competencia que se genera entre plantas (Carámbula, 2002).

Burson y Watson (1995) sostienen que la competencia de malezas en la implantación es un problema debido a la lenta y errática germinación que presenta esta especie. Según Harris y Lazenby (1974), el factor principal que determina el lento establecimiento del *Paspalum* es que en las siembras de otoño, esta se da justo antes del reposo invernal de la especie.

Según Holt (1956) esta especie presenta una baja implantación debido a la mala calidad de semilla y a su lenta germinación.

Uno de los principales problemas que presenta el género es la baja producción de semillas llenas, asociado muchas veces a un bajo porcentaje de germinación (García, 1971).

Una vez implantada la especie presenta muy buena persistencia y responde positivamente al nitrógeno. Si las condiciones climáticas le son favorables es una especie muy productiva y palatable.

En cuanto al pastoreo, Langer (1981) sostiene que una vez establecido el *Paspalum* acepta y requiere pastoreos intensos y frecuentes (yemas ubicadas debajo del nivel del suelo) ya que en caso contrario tiende a endurecerse y a sufrir una disminución del vigor.

En este trabajo se utilizaron dos especies de este género: *Paspalum notatum* y *Paspalum dilatatum*.

2.1.4.1 *Paspalum notatum*

El *Paspalum notatum* es una especie perenne estival, su hábito de crecimiento es estolonífero, el tipo productivo es tierno y la productividad baja. El período de semillazón es de enero a abril (Rosengurtt, 1979).

Según Summer et al., citados por Pizarro (2000) es una gramínea agresiva con sistema radicular profundo que se adapta a suelos livianos y arenosos de baja fertilidad y alta saturación de aluminio. Responde bien a las aplicaciones de nitrógeno y potasio, ayuda a evitar pérdidas de suelo.

Presenta una buena adaptación al pastoreo y es resistente al pisoteo debido a que sus estolones están protegidos por las vainas que los cubren (Maraschin, 2000). Es un buen colonizador de espacios descubiertos no permitiendo el ingreso de malezas, especialmente del *Cynodon dactylon*, contribuyendo además a la persistencia de la pradera (Burson y Watson, 1995).

En cuanto al manejo del pastoreo, Boggiano (2000) sostiene que frecuencias de 15 cm e intensidades de 5 cm permiten a la especie demostrar altos niveles de producción.

Según Skerman y Riveros (1992), al ser una especie rastrera la mayor parte del forraje se encuentra cerca de la superficie del suelo, esto hace que deba ser pastoreada con frecuencia e intensidad para obtener la mejor calidad.

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 es de 4500-12000 kg/ha/año MS (Álvarez, citado por Pizarro, 2000).

2.1.4.2 *Paspalum dilatatum*

El *Paspalum dilatatum* es una especie perenne estival, su hábito de crecimiento es cespitoso, el tipo productivo es fino y la productividad alta (Rosengurtt, 1979). El período de semillazón es de diciembre a abril. Responde mucho al agregado de nitrógeno.

Debido a su baja capacidad competitiva en el estado de plántula, el pasto miel no se establece bien cuando forma parte de una mezcla (Langer, 1981).

Burson y Watson (1995), sostienen que ésta gramínea soporta altas cargas de pastoreo, siendo la altura óptima de defoliación entre 7,5 y 10 cm para obtener una mayor producción de forraje.

Lovvorn, Mitchell y Soper, Watson y Ward, citados por Carámbula (1977) concuerdan en que el contenido de reservas del paspalum desempeña un rol más importante que la superficie foliar remanente. Esto significa que bajo condiciones de pastoreo diferido, tanto la morfología del paspalum con respecto a la ubicación de sus puntos de crecimiento, como su fisiología a través de órganos de reservas importantes, permiten realizar pastoreos severos sin alterar la eficiencia de los rebrotes.

Si bien el *Paspalum dilatatum* tiene un comportamiento excelente desde el punto de vista nutricional, una debilidad que presenta la especie es que puede provocar ergotismo en los animales debido a la infección por el hongo *Claviceps paspali* (Burson y Watson, 1995).

La buena producción forrajera junto con su calidad coloca al paspalum dentro de las especies naturales de mejor comportamiento forrajero.

La producción según Álvarez, citado por Pizarro (2000) es de 4500-12000 kg/ha/año MS.

2.2 MEZCLAS FORRAJERAS

El comportamiento de las especies en siembras puras o en mezclas es muy discutido por muchos autores.

Donald y Woodford, citados por Rhodes (1970) sostienen que no existen evidencias que las mezclas sean ventajosas para alcanzar mejores rendimientos que los mismos cultivos puros; en cambio Jones et al. (1968), Rhodes (1969), Harris y Lazenby (1974) sostienen que una combinación de especies forrajeras y/o cultivares debería ser más eficiente para utilizar los recursos ambientales disponibles, que cada especie o cultivar sembrado individualmente.

Van der Bergh, citado por Harris y Lazenby (1974) menciona que la condición necesaria para que una mezcla ultra simple rinda más que sus dos componentes por separado, podría ser dada por especies de diferente ciclo, de tal manera que se superpongan lo menos posible con lo que se minimiza la competencia entre ambos componentes en la mezcla.

Formoso (2010) demostró que a medida que aumenta el número de especies que integra una mezcla, la producción individual de cada especie disminuye, sin embargo la suma de los aportes de cada una, incrementa significativamente la producción total de la mezcla. Esto se explica porque los

efectos complementarios en el espacio y en el tiempo entre las especies fueron más potentes que los de la competencia interespecífica.

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

Una de las limitantes más difícil de sobrellevar en nuestras condiciones, es la baja persistencia y estacionalidad de las pasturas. Es difícil lograr que éstas sobrevivan 4 años con buenas producciones, y sólo en casos muy puntuales, se observan pasturas que alcanzan más de 10 años de vida. Este fenómeno se explica fundamentalmente por restricciones en el comportamiento de las especies introducidas, debido entre otros a: problemas de instalación, falta de equilibrio entre gramíneas y leguminosas, enmalezamiento prematuro, manejo inadecuado antes y posterior a la siembra que como consecuencia evolucionan hacia una marcada estacionalidad (Carámbula, 1991).

Pensando en el factor competencia que se puede generar entre las especies sembradas, Santiñaque (1979) plantea que dos plantas, independientemente de cuan cerca estén una de la otra no compiten entre sí mientras el contenido de agua, nutrientes y luz se encuentre en exceso sobre las necesidades de ambas. Basta con que uno de los factores antes mencionados decaiga por debajo de la demanda combinada de ambas plantas, para que dicha competencia comience. Donald, citado por Santiñaque (1979) señala que más que competencia la palabra para describir el proceso que se da entre dos o más plantas sería "interferencia", ya que además de competencia pueden ocurrir relaciones benéficas entre las especies sembradas. La interferencia se define como la respuesta de una planta individual o plantas de una especie al ambiente total cuando éste es modificado por la presencia y/o el crecimiento de otros individuos.

Se debe tener en cuenta que al fijar las especies componentes de una mezcla, no solo interesa obtener los rendimientos máximos en cada una de ellas, sino los menores riesgos de enmalezamiento y el mayor valor nutritivo del forraje, mediante una entrega mejor balanceada del mismo. Estos atributos se unen para formar pasturas con persistencia productiva de elevada calidad, objetivo principal en la producción de forraje en todos los establecimientos ganaderos (Carámbula, 2002).

El rol de las gramíneas dentro de las mezclas es: aportar productividad sostenida por varios años, adaptación a gran variedad de suelos, facilidad de

mantenimiento de poblaciones adecuadas, explotación total del nitrógeno simbiótico, baja vulnerabilidad a la invasión de malezas y mejorar las propiedades físicas del suelo.

En el caso de las leguminosas, las mismas ofrecen nitrógeno a las gramíneas, poseen alto valor nutritivo para completar la dieta animal, promueven la fertilidad en suelos naturalmente pobres, así como degradados por un mal manejo (Carámbula, 2002).

Según Carámbula (2002) existen distintos tipos de mezclas, a continuación se definen algunas de ellas:

- mezclas ultra simples: pueden ser invernales o estivales, se componen de una gramínea y una leguminosa, ambas de ciclo de producción invernal para el primer caso y estival para el segundo.
- mezclas simples complementarias: son las formadas por mezclas ultra simples más una gramínea o leguminosa de ciclo de producción complementario.
- mezclas complejas: hay dos tipos, la de ciclos similares formada por varias gramíneas y leguminosas del mismo ciclo de producción, y la de ciclos complementarios formada por dos gramíneas y dos leguminosas de diferentes ciclos de producción.

La producción otoño-invierno-primaveral de las mezclas complementarias, está determinado principalmente por la contribución de las especies invernales mientras que las estivales producen en verano cuando el crecimiento de las primeras disminuye o se detiene (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Se ha demostrado que las cuatro especies antes mencionadas se mantienen establecidas en la mezcla durante todo el año sin dificultades y todas contribuyen al rendimiento total de la pastura. Como es lógico los períodos de mayor producción de especies invernales y estivales no coinciden por lo tanto no compiten entre ellas (Formoso, 2010).

Las mezclas complementarias presentan una mayor persistencia productiva que las mezclas ultra simples, esto es debido fundamentalmente a una mayor producción durante el tercer año.

La combinación de especies invernales y estivales puede llegar a ser una alternativa interesante para incrementar la productividad de las pasturas ya que ofrecen las siguientes ventajas:

- debido a que las especies que las constituyen cambian el orden de dominancia a lo largo del año, estas mezclas explotan el ambiente en forma más eficiente.
- la distribución del forraje a lo largo del año es en general mayor en cantidad y mejor en calidad que en las mezclas ultra simples estacionales correspondientes.
- no solo no evolucionan a mezclas ultra simples, sino que además impiden la invasión de malezas de ambos ciclos y muy particularmente de la gramilla en verano. Con respecto a este punto, Formoso (2010) demostró que la inclusión de gramíneas perennes, entre ellas festuca en mezclas forrajeras determinan al tercer verano niveles de engramillamiento muy inferiores a las asociaciones sin gramínea perenne que incluyen raigrás.
- ocasionalmente el grupo más afectado puede ser el de las especies estivales, ya que las especies invernales no son afectadas en ninguna estación.
- en los períodos superpuestos de crecimiento de ambos grupos se requieren pastoreos intermitentes con dotaciones altas (otoño y primavera) y en los periodos de reposo (invierno y verano) de cualquier grupo, se necesita efectuar pastoreos cuidadosamente controlados.
- se debe alertar que se trata de mezclas que pueden exigir mayor destreza en el manejo de pastoreo.

En general, las mezclas compuestas por tres, cuatro y cinco especies rindieron más forraje que las simples integradas por dos especies, tanto en situaciones de laboreo convencional como de siembra directa (Formoso, 2010).

Mezclas de dos especies invernales, tipo festuca+trébol blanco rindieron 18,4 tt MS/ha en tres años, las de dos especies estivales paspalum+lotus produjeron en forma similar, 17,5 tt MS/ha, siendo ambas superadas por la mezcla complementaria de todas las especies F+TB+P+LC que produjo 21,7 tt MS/ha en tres años. La inclusión de especies estivales, como lotus y paspalum,

aumenta el rendimiento de la mezcla y disminuye el porcentaje de malezas. En diciembre del tercer año los porcentajes de malezas fueron: Rg+TB=52%, F+TB=31%, P+LC=35% y F+TB+P+LC=5% (Formoso, 2011).

Según García, citado por Leborgne (1995) la producción de la mezcla base utilizada en este trabajo compuesta por *Festuca arundinaceae*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* durante el segundo año es de 10 tt/ha MS. Esa producción se distribuye de la siguiente manera: el otoño se produce el 22%, en invierno el 20%, en primavera el 43% y en verano el restante 15%.

2.3 EFECTOS DEL PASTOREO

2.3.1 Objetivos del pastoreo

De acuerdo con Smetham, citado por Carámbula (2007) un buen manejo de pastoreo tiene por objetivos principales: a) producir la máxima cantidad de forraje con la mayor calidad posible, y b) asegurar que el mayor volumen de forraje producido sea comido por los animales bajo pastoreo directo.

El manejo del pastoreo involucra la manipulación conjunta del manejo de las pasturas y su utilización por parte de los animales, con el propósito de alcanzar la máxima producción en ambos sistemas (Smetham, 1990).

En otras palabras, el manejo del pastoreo 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, 2007).

Producir en las pasturas la máxima cantidad de forraje nutritivo y apetecible a lo largo del año debe ser la meta fundamental de todo ganadero.

2.3.1.1 Manejo del índice de área foliar

El área foliar y las sustancias de reserva afectan el comportamiento de las diferentes especies. Ambos parámetros están relacionados, ya que la acumulación de reservas depende del proceso de fotosíntesis y éste a su vez de la superficie foliar de las plantas (Carámbula, 1977).

Según Watson, citado por Carámbula (1977) el IAF es la relación entre el área de hojas y el área cubierta de suelo por ellas y expresa precisamente la densidad de hojas de una determinada pastura.

A medida que aumenta el IAF, crece la intercepción de luz, hasta un valor denominado IAF óptimo, momento en que la fotosíntesis es máxima. Es decir que cuando la pastura alcanza el IAF óptimo, el crecimiento es máximo, para posteriormente decrecer progresivamente hasta que al final es nulo (Carámbula, 1977).

Según Brougham, citado por Langer (1981) estudios realizados en pasturas mixtas de gramíneas y leguminosas mostraron que a una latitud sur de 38°, el IAF mínimo para absorber el 95% de la luz es de 3.0 en invierno y entre 4.5 y 5.5 en verano.

Como factor de defoliación, la frecuencia e intensidad de pastoreo debería sincronizarse con la máxima acumulación de biomasa verde y el mínimo rastrojo compatible con la máxima tasa de crecimiento instantáneo (Parsons, 1988).

Según Zanoniani (2010) el tipo de pastoreo a utilizar para aumentar la productividad primaria y secundaria debería ser consecuencia de las características de la pastura. En este sentido cuanto mayor sea su heterogeneidad más difícil será encontrar a las especies en similares condiciones de crecimiento, tendrán además diferentes accesibilidades y calidad, por lo que el pastoreo continuo puede poner en condiciones restringidas a las especies preferidas o decrecientes y por lo tanto, promover su sustitución por otras menos productivas, determinando una disminución de la eficiencia del ecosistema. Sin embargo un pastoreo rotativo demasiado frecuente puede conllevar también a menores tasas de rebrotes y disminución de sobrevivencia de las plantas, con disminuciones de la producción y persistencia de las pasturas. Un ejemplo de lo anterior surge de la comparación de un manejo de pasturas sembradas, con ingreso cuando la luz comienza a ser limitante (15-20 cm de altura o 3 hojas vivas por macollo en gramínea) y retiro cuando aún existe lámina foliar fotosintéticamente activa (5-7 cm).

La utilización de esta medida de manejo determinó incrementos del orden de los 1200 kg/ha MS, con una mayor diferencia en el otoño y una mejor condición productiva al final de la vida útil de la pastura.

En invierno es posible realizar pastoreos con intervalos menores, que a su vez impiden el sombreado por parte de los estratos superiores y disminuyen las pérdidas por muertes y descomposición de hojas. Por el contrario en

verano, intervalos mayores permitirán alcanzar una más alta producción (Carámbula, 1977).

La eficiencia de utilización de la luz varía entre las distintas especies dependiendo de la arquitectura de la planta, del hábito de crecimiento y de la disposición de sus hojas. A igual área foliar remanente, debido a la disposición de sus hojas las leguminosas interceptan más luz que las gramíneas y en consecuencia se recuperan más fácilmente (Carámbula, 1977).

Según Bommer, citado por Carámbula (1977) las especies forrajeras menos sensibles a una defoliación son aquellas que presentan un área foliar remanente mayor luego del pastoreo lo que les permite a las plantas restablecer más rápidamente su actividad fotosintética. Esto es cierto siempre que la masa foliar remanente sea realmente eficiente. No sólo es importante la cantidad remanente de hojas, sino también el tipo y estado de las mismas.

2.3.2 Morfogénesis de la parte aérea

Según Chapman y Lemaire, citados por Cangiano (1996) la dinámica de generación y expansión de las estructuras de las plantas se conoce como morfogénesis. En las plantas forrajeras estos atributos determinan el porte o arquitectura de la planta y afectan la accesibilidad de los animales al forraje. La morfología de las plantas individuales, a su vez, afecta la estructura y funcionamiento de las poblaciones y comunidades, determinando las interacciones competitivas entre las especies y entre individuos de una misma especie. El pastoreo altera esas relaciones competitivas al defoliar diferencialmente a las distintas especies, modificando la expresión de los mecanismos de rebrote, a favor de unas y en detrimento de otras.

Teniendo en cuenta que en las pasturas el verdadero rendimiento económico está constituido por las macollas o tallos y las hojas, es fundamental conocer los eventos que se suceden en la formación de ambos componentes del rendimiento y los efectos que pueden ejercer diferentes factores sobre los mismos (Carámbula, 1977). El rendimiento de una pastura está determinado, en términos generales, por el número de macollas por área y por el peso de cada una de ellas.

Las gramíneas tienen una estructura morfológica muy similar entre especies. Están constituidas por uno o más tallos denominados macollos. En la base de las láminas presentan un meristemo llamado intercalar. Este meristemo permite que, si una hoja en crecimiento es parcialmente consumida por un

animal, pueda seguir creciendo siempre y cuando el meristemo intercalar no sea alcanzado. La densidad de macollos define el potencial de producción de forraje de una pastura, al determinar el número de meristemas intercalares, apicales y yemas axilares disponibles para el crecimiento (Cangiano, 1996).

La capacidad de supervivencia de las especies luego del pastoreo resulta de una combinación entre mecanismos para evitar el pastoreo y mecanismos de tolerancia del pastoreo.

Las gramíneas en estado vegetativo tienen la capacidad de rebrotar rápidamente luego de un pastoreo ya que el meristema de las yemas apicales se mantiene próximo al suelo y por lo tanto no será removido por el diente animal. Si la defoliación se produce luego que ha comenzado la elongación de entrenudos, es muy probable que la yema apical esté por encima de la altura de corte y por lo tanto sea eliminada (Cangiano, 1996).

En las leguminosas estoloníferas los meristemas de crecimiento se encuentran siempre próximos al suelo, por debajo del nivel de corte. En las leguminosas de hábito de crecimiento más erecto los meristemas apicales están por encima de la altura de defoliación. El rebrote, luego del corte, se origina a partir de las yemas de la corona o de la parte basal de los tallos que no hayan sido afectados por el pastoreo (Cangiano, 1996). El rebrote luego de un pastoreo llevará más tiempo en leguminosas de hábito de crecimiento erecto.

2.3.3 Dinámica de la pastura

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

La tasa de aparición foliar y la vida media de las hojas, son factores determinantes del porcentaje de cosecha ya que si, por ejemplo, el intervalo de aparición (y de muerte) de hojas es de 25 días y se pastorea cada 30, se permite que un porcentaje de hojas muera antes de que puedan ser consumidas por los animales (Cangiano, 1996).

Desde el punto de vista de la pastura, el rebrote luego de una defoliación es el resultado de dos factores que varía de acuerdo a las especies que la componen y son, nivel de sustancia de reserva y área foliar remanente (Milot et al., 1987).

Una alta capacidad de rebrote en el tapiz se asocia a un manejo de defoliación que permita mantener la pastura en estado vegetativo con elevado nivel de reservas orgánicas y un área foliar suficiente como para que la fotosíntesis se cumpla de una manera eficiente y sin carga de hojas envejecidas (Millot et al., 1987).

2.3.4 Defoliación

Las pasturas son cosechadas varias veces por año con corte o pastoreo lo cual implica perder casi la totalidad de la superficie foliar interceptora de luz. Consecuentemente, la producción depende estrechamente del rebrote y de los factores que lo afectan (Davies, citado por Cangiano, 1996).

Una defoliación moderada generalmente remueve las partes más viejas de las hojas, sin afectar a las hojas que están emergiendo dentro de las vainas. Una defoliación severa podría remover toda la lámina y parte del pseudotallo (Cangiano, 1996).

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

Si luego de la defoliación queda suficiente área fotosintética para compensar las pérdidas por respiración del forraje remanente, la planta comienza a acumular tejidos. Si por el contrario, luego de la defoliación queda muy poco tejido fotosintético como para cubrir los requerimientos de la respiración, la planta estará con un balance de carbono negativo y necesitará carbono de otras fuentes (reservas), para formar nuevas hojas, por lo cual experimentará inicialmente una pérdida de peso (Cangiano, 1996).

La defoliación por pastoreo puede ser una herramienta eficiente para mantener el equilibrio entre las especies que componen una pastura establecida. Su influencia radica básicamente en permitir un control estricto sobre la disponibilidad de luz para las diferentes plantas forrajeras que la componen (Carámbula, 2007).

Asimismo, el manejo del pastoreo puede hacer variar las proporciones de las distintas especies forrajeras en la composición botánica, al favorecer especies erectas o postradas según la intensidad en que se realice la

defoliación (Harvis y Brougham, citados por Carámbula, 2007). Estas variaciones que se registran pueden conducir a desequilibrios entre las principales especies lo que lleva a pérdidas de producción de materia seca.

Con defoliaciones frecuentes la mayoría de las leguminosas se ven favorecidas, debido a que con áreas foliares pequeñas absorben más energía que las gramíneas, en general estas últimas ven estimulado su crecimiento en los casos de defoliaciones poco frecuentes (Carámbula, 2007).

2.4 FACTORES QUE DEFINEN EL MANEJO DEL PASTOREO

2.4.1 Introducción

El manejo del pastoreo involucra tanto a las pasturas como a los animales y tiene por finalidad alcanzar los máximos rendimientos de forraje en cantidad y calidad, la mejor estabilidad y la mayor persistencia, junto al óptimo de producción animal (Carámbula, 2008a).

Sheath et al. (1987) indican que los requerimientos para el manejo del pastoreo pueden reunirse en tres puntos:

- ajustar la oferta de forraje de la mejor manera posible con la demanda por parte de los animales,
- generar en las pasturas una composición botánica deseable,
- mantener en buenas condiciones la calidad nutricional de la pastura.

Un buen manejo incluye la máxima producción de forraje de alto valor nutritivo y que sea apetecible, manteniendo a la vez si se trata de mezclas, el equilibrio entre las especies que componen la pastura y su persistencia (Carámbula, 1992).

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

Agustoni et al. (2008) obtuvieron que la producción de PV/ha fue mínima en el tratamiento de 2,0 %, evidenciando el efecto negativo de las altas intensidades de pastoreo en los dos años de vida de la pastura determinando

una mayor sustitución de especies sembradas por malezas y suelo descubierto que se tradujo en una menor ganancia individual y por ha. La ganancia individual fue máxima en 9,5 % dado a un buen estado de la pastura y una buena capacidad de seleccionar forraje de mejor calidad por parte del animal, sin embargo la baja carga determinó también una menor producción por superficie. La ganancia máxima por superficie se logró con una asignación cercana al 6,0 % que combinó una adecuada ganancia animal (1,5 kg/animal/día), con una carga por superficie y producción de 600 kg/ha PV, valor promedio para los 3 años de vida de esta pastura. Esta OF permitió además una adecuada persistencia de pasturas con gramíneas perennes y leguminosas sin alfalfa, con alturas de ingreso y salida de 15-20 cm y 5-7 cm respectivamente.

2.4.2 Principales objetivos en el manejo estacional de praderas

2.4.2.1 Invierno

Estación del año donde se hace limitante el forraje para la producción animal, por esto es importante tomar medidas para utilizar las pasturas con la mayor eficiencia. Un manejo de pastoreo controlado favorece la mayoría de las especies de ciclo otoño-invierno-primaveral, y permite a la vez realizar una mejor utilización de las pasturas (Carámbula, 1992).

Pastoreos frecuentes en otoño y especialmente en invierno, mejoraron notoriamente la producción de materia seca de la pastura. El buen resultado del manejo frecuente en otoño e invierno se explica por los bajos niveles de luz de esta época que determinan un menor IAF óptimo de la pastura (Brougham, citado por Harris, 1978).

En esta época las pasturas que predominan son los tréboles; para que no sea así se deberá realizar pastoreos adecuados que permitan a las gramíneas recibir más luz y calor a nivel de las yemas para promover un mayor macollaje. Con esto se producirá además un mayor crecimiento de la pastura debido a un suministro de nitrógeno dado por la descomposición de raíces y nódulos de las leguminosas al ser defoliadas, así como de las deyecciones de los animales presentes. No se debe olvidar también que cuanto más madura es la hoja más sensible es a las heladas, por lo que en esta estación las pasturas deberán presentar siempre el follaje compuesto por hojas jóvenes (Carámbula, 1992).

2.4.2.2 Primavera

En esta estación, el manejo que se realice no presenta limitantes importantes. Las condiciones climáticas: humedad, luz y temperatura favorecen el desarrollo de una gran masa de forraje, difícil de utilizar eficientemente. Se deberá recurrir a diferentes manejos para aprovechar dicho excedente: utilizar praderas con pastoreos, cortes para henificar o ensilar, semillazón en las praderas que se presentan ralas o descanso en aquellas que serán utilizadas por su constitución en época estival (Carámbula, 1992).

Cuando la pradera se mantiene bajo pastoreo, se deberá trabajar con dotaciones altas que impidan la floración total (etapa reproductiva). Con este manejo la pastura no alcanzará los máximos rendimientos en producción de forraje, pero será de mejor calidad y la entrega se prolongará hacia fines de primavera-principio de verano (Carámbula, 1992).

Con pastoreos intensos y cortos en esta estación se favorece una producción de forraje excelente y un buen proceso de macollaje y desarrollo radicular para enfrentar el período seco estival (Carámbula, 1992).

2.4.3 Frecuencia e intensidad de pastoreo

Bajo pastoreo, la producción total anual estacional de una pastura depende de dos factores que normalmente tienen efectos opuestos: el número de pastoreos o cortes (frecuencia) y el rendimiento de cada uno de ellos (intensidad) (Carámbula, 2007).

2.4.3.1 Frecuencia

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

Cuanto mayor sea el número de cosechas menor será el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos. Este aspecto dado por la frecuencia de la defoliación, tiene singular importancia ya que se sabe que cuanto más corto es el período entre dos cosechas, menor será la producción de forraje (Jacques y Edmond, Chamblee et al., Peterson y Hogan, Parsons y Davis, citados por Carámbula, 2007).

En especies de porte postrado mayores frecuencias de defoliación promueven rendimientos más altos (Reid, 1968), mientras que en especies de porte erecto ocurre lo contrario (Brougham, 1959).

Según Hodgson, citado por Agustoni et al. (2008) la altura de la pastura es el indicador más útil para los propósitos de manejo, siendo esta la variable más simple para predecir la respuesta, tanto de la pastura como del animal.

2.4.2.2 Intensidad

Carámbula (2007) la define como la altura del rastrojo al retirar los animales; no sólo afecta el rendimiento de cada corte o pastoreo, sino que también condiciona el rebrote y por lo tanto la producción subsiguiente, así como la vida misma de la pastura.

Con un tratamiento severo, se obtendrá una mayor cantidad de forraje, pero al mismo tiempo las plantas tendrán un área foliar remanente menor. Si se determina el rebrote producido en el periodo subsiguiente, éste será menor que el que se logra con un tratamiento aliviado. En otras palabras, la altura de defoliación tiene una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado, pero una influencia negativa en la producción de forraje subsiguiente (Del Pozo, 1963).

Según Zanoniani (1999), una altura óptima de remanente de pastoreo es difícil de determinar, pero en especies de mayor productividad, alturas superiores a 5 cm no limitan la productividad de la pastura. Menores intensidades son acompañadas por menores tiempos de reingreso a la pastura, esto varía según la estación del año: en primavera-verano la altura es siempre mayor (7–10 cm) que en otoño-invierno, ya que la tasa de crecimiento de la pastura es menor.

2.4.4 Momento de pastoreo

El momento de pastoreo está determinado por la tasa de crecimiento de la pastura. La misma varía a lo largo del año. El objetivo principal es ofrecer a los animales forraje compuesto principalmente por hojas nuevas.

Por lo antes mencionado la frecuencia será mayor en primavera debido a que en esta época del año la tasa de crecimiento es mayor.

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

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

Pastoreos o cortes poco frecuentes y severos proporcionan rendimientos mayores de forraje de menor calidad, mientras que pastoreos o cortes repetidos y aliviados, promueven rendimientos menores de mayor calidad (Carámbula, 2007).

En cuanto al balance gramínea/leguminosa Langer (1981) sostiene que en praderas donde las gramíneas dependen de las leguminosas para la obtención de nitrógeno, un pastoreo poco frecuente fomenta un crecimiento vigoroso de la gramínea, produciendo un mayor rendimiento de materia seca, pero deprime el crecimiento de la leguminosa más que períodos de descanso más cortos. Bajo esta situación la leguminosa fija menos nitrógeno y por lo tanto las gramíneas no continuarán con su crecimiento vigoroso, como consecuencia la leguminosa prospera.

2.4.5 Pastoreo controlado

La principal finalidad del pastoreo controlado es utilizar la pastura en el momento en que ésta alcanza un equilibrio adecuado entre un alto rendimiento de materia seca por hectárea y un máximo valor nutritivo. Con esta finalidad los pastoreos se efectúan en diversos potreros mediante turnos de rotación, con determinados periodos de ocupación y descanso, los que se fijan con la cantidad de forraje disponible (Carámbula, 2007).

La conveniencia de que exista un periodo de descanso entre sucesivas defoliaciones ha dado lugar a varios sistemas de pastoreo controlado. Ellos consisten en dividir la pastura en una serie de potreros menores, manejados bajo distintos sistemas: alternado, rotativo o en franjas.

Voisin (1959) define el pastoreo rotativo como aquél en que el período de pastoreo es suficientemente corto como para que no haya rebrote disponible para pastorear y, por lo tanto, las plantas no se agoten, mientras que el período

de descanso es suficientemente largo como para permitir el reaprovisionamiento de reservas para el rebrote.

Allan (1985) observó que una simple división que permitiera desarrollar un banco de forraje previo a cada pastoreo posibilitaba alcanzar un incremento de 26% en las ganancias de peso vivo y que un aumento en el número de subdivisiones no daba ventajas adicionales.

El pastoreo rotativo demuestra ser benéfico desde el punto de vista de la producción total de forraje de algunas especies al incrementar el tiempo entre defoliaciones (Hodgson, 1990). El mismo reporta un aumento de 6 a 7 % en pastoreo rotativo respecto al pastoreo continuo bajo una misma carga debido a una mayor acumulación de forraje por superficie y a una mejor utilización del mismo.

Una dotación más alta aplicada en el pastoreo controlado conduce, entre otras cosas, a una defoliación más uniforme, quedando en el rastrojo cantidades menores de forraje de baja calidad, lo que permite aumentar el valor nutritivo en el próximo pastoreo.

Como síntesis hay que tener en cuenta que, el manejo de defoliación que maximiza el crecimiento de las forrajeras está condicionado por la estructura morfológica, la condición fisiológica y por la plasticidad morfológica y fisiológica del régimen de manejo empleado (Formoso, 1996).

2.5 PRODUCCIÓN ANIMAL

2.5.1 Introducción

La producción de carne de un animal pastoreando es función de la cantidad y calidad del forraje consumido, ambos factores contribuyen directamente al consumo de nutrientes que es la base de la performance animal. Sin embargo, la variación en el consumo voluntario ha sido determinada como el factor de mayor influencia en el nivel y la eficiencia de la producción de los rumiantes (Dement y Van Soest, citados por Valentine, 1990). Por lo tanto, la producción animal puede ser medida, en términos relativos, a través de la utilización de la pastura que es la medida de la cantidad de forraje que queda luego del pastoreo comparado con una proporción del forraje disponible antes del pastoreo (Langer, 1981).

Siempre que la producción animal no descienda por debajo de un nivel razonable, un aumento en la dotación produce un aumento de la producción de carne por hectárea. Hutton, citado por Smetham (1981), demostró que los rumiantes utilizan en forma más eficiente la materia seca si el consumo es algo restringido.

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

Las medidas de calidad de una pastura para los rumiantes son: la digestibilidad y el contenido de energía bruta de la materia seca. El primero es considerado por muchos autores como el principal determinante del consumo de forraje de los rumiantes (Langer, 1981).

2.5.2 Efectos del pastoreo sobre el desempeño animal

Si los factores intrínsecos al animal no son los limitantes, la producción animal y por hectárea está determinada fundamentalmente por las variaciones en disponibilidad, calidad y valor nutritivo de las pasturas (Allegri, 1982).

La carga animal es la principal variable de manejo que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y la persistencia productiva de la pastura sembrada. El efecto de la carga animal se expresa a través de la presión de pastoreo (Chilibroste et al., 2005). Según Escuder, citado por Cangiano (1996) el logro de una alta eficiencia de conversión del pasto producido en producto animal, implica ajustar la carga y el método de pastoreo con el crecimiento de las plantas forrajeras.

Altas presiones de pastoreo pueden causar una reducción en la tasa de crecimiento de la pastura debido al efecto sobre componentes morfogénicos y estructurales de las plantas. Por otro lado, el aumento de la presión de pastoreo evita la acumulación de restos senescentes que afectan negativamente la tasa neta de crecimiento (Lemaire y Chapman, citados por Chilibroste et al., 2005).

Sin embargo Escuder, citado por Cangiano (1996), sostiene que el incremento de la carga animal incrementa en un principio la producción por hectárea al aumentar la eficiencia de cosecha del forraje, pero esa ventaja debe ser sopesada frente a la reducción en la ganancia por animal.

Aumentos en la presión de pastoreo provocan reducciones en la selectividad de los animales que deben aumentar el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados durante el día, pero disminuyendo el peso de los mismos y el consumo, por lo cual la producción animal es menor.

En contrapartida, pastoreos aliviados estimulan la selección de especies y de hojas de la pastura, pero disminuyen la eficiencia de cosecha y por lo tanto, la eficiencia de utilización de la pastura. En el largo plazo, pueden quedar zonas de la pastura sin pastorear que disminuyen su calidad por un aumento en la cantidad de material senescente (Escuder, citado por Cangiano, 1996).

Mott (1960) coincide con lo anterior, sostiene que la intensidad de pastoreo está directamente relacionada con la ganancia de peso vivo por animal y por hectárea. Manejos que permiten una alta disponibilidad de forraje por animal y la posibilidad de realizar pastoreos selectivos, lograrán un aumento en el comportamiento individual comparado a presiones de pastoreo más altas, que son las que maximizar la producción por hectárea.

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

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

Como conclusión, es fundamental realizar un buen manejo de la pastura a través de la intensidad de pastoreo sin repercutir negativamente en la producción animal ni en la productividad de la pastura, es necesario establecer el equilibrio que permita obtener los mejores resultados de ambas partes.

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

La intensidad de pastoreo sería el principal factor que afecta este proceso y puede ser regulado a través del manejo de la carga y método de

pastoreo, que afecta la distribución espacial y temporal de los animales en las diferentes parcelas (Escuder, citado por Beretta et al., 2007).

2.5.3 Consumo animal

El consumo de materia seca se calcula como peso de bocado * tasa de bocado * tiempo de pastoreo.

Poppi y Thompson (1994), sugieren que el consumo animal en condiciones de pastoreo está regulado por 2 grupos de factores, nutricionales y no nutricionales.

Los factores no nutricionales están relacionados a la habilidad de los animales para cosechar las pasturas, y los factores de mayor importancia son la estructura de la pastura y la conducta de los animales en pastoreo y selección.

En cuanto a los factores nutricionales, como digestibilidad de la pastura, tiempo de permanencia del alimento en el rumen y concentración de productos finales de la digestión ruminal adquieren considerable importancia en determinar el consumo (Poppi et al. 1987, Thompson y Poppi 1994).

Varios autores coinciden en que existe una relación positiva entre la disponibilidad de forraje y el consumo del animal en pastoreo (Chacon et al., Dougherty et al., Greenhalgh et al., Jamieson y Hodgson, citados por Agustoni et al., 2008).

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

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

En un sistema rotacional, el forraje consumido y la productividad animal comienzan a disminuir cuando la altura del forraje es menor a diez centímetros (Hodgson, 1990).

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

Cuanto mayor edad presenta la pastura, aumenta la densidad en el estrato inferior (0-5 cm), concentrando más de la mitad del forraje, o sea es mayor el porcentaje de materia seca y menor la digestibilidad (García, 1995).

2.5.3.1 Selectividad animal

La cantidad y calidad de la dieta cosechada por los animales, es el resultado de un comportamiento ingestivo selectivo por parte del animal. Lo que quiere decir, por un lado, que los animales buscan y seleccionan el alimento de mayor valor nutritivo. En la medida que la pastura lo permita, seleccionarán hojas en vez de tallos y material verde rechazando el seco. Todo lo anterior, hace que la dieta cosechada sea de mayor calidad que el forraje total disponible y este comportamiento selectivo por parte del animal puede ser una herramienta para optimizar la producción ganadera (De León, 2007).

En pasturas templadas, evidencias experimentales muestran que los animales seleccionan preferentemente leguminosas que gramíneas (Amstrong et al., Boostma et al., Briseño y Wildman, citados por Montossi et al., 1996).

Como se mencionó anteriormente, el material muerto puede ser rechazado por los animales debido a su baja preferencia y baja accesibilidad (Poppi et al., Vallentine, citados por Montossi et al., 1996). Al revés sucede con el material verde, en que las altas proporciones de hoja verde aparecen en la dieta debido a la facilidad de cosecha y de masticación de la misma.

La distribución vertical de los componentes de la pastura influye en el valor nutritivo de la dieta consumida por los animales, los componentes nutritivos más importantes (hojas verdes), se distribuyen en los estratos más altos de la pastura (Montossi et al., 1996).

La selectividad animal de los diferentes componentes existentes en una pastura está ligada a la disponibilidad y accesibilidad de éstos durante el proceso de pastoreo (Montossi et al., 1996).

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

2.5.3.2 Oferta forrajera

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

Según Cardozo, citado por Almada et al. (2007), la dotación tiene un rol importante tanto en la utilización del forraje como en la vida productiva de la pastura. Hodgson, citado por Agustoni et al. (2008), afirma el concepto que el consumo de materia seca disminuye marcadamente cuando la oferta de forraje es menor que el doble del consumo potencial pero no apoya la idea de que el consumo se acerca a un máximo cuando la oferta es tres a cuatro veces mayor al consumo.

A medida que aumenta la oferta de forraje, aumenta el consumo y permite al animal seleccionar el forraje de mayor calidad (mayor digestibilidad y contenido de proteínas) (Blaser et al., Elizondo et al., Jamieson y Hodgson, Kloster et al., citados por Foglino y Fernández, 2009).

Según Dougerthy, citado por Almada et al. (2007), la tasa de consumo de materia seca se incrementa hasta ofertas de forraje de aproximadamente 10 kg MS/ 100 kg PV. Posteriores incrementos en la oferta no provocan aumentos en la tasa de consumo.

A medida que disminuye la oferta de forraje los factores no nutricionales toman más importancia en determinar el consumo. En estas condiciones aumenta la dificultad para cosechar el forraje, lo que deprime el consumo (Poppi et al., citados por Foglino y Fernández, 2009).

Según Johnson, citado por Saravia (2009), en los sistemas pastoriles como los que predominan en nuestro país, los animales domésticos están expuestos permanentemente al ambiente, que afecta directamente las respuestas fisiológicas y productivas e indirectamente el plano de nutrición por

variaciones en la cantidad y calidad de pasturas y cultivos que son los principales componentes de la alimentación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES

3.1.1 Ubicación experimental

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay) ubicada en la ruta nacional No. 3, Km 363. El mismo se llevó a cabo durante el período comprendido entre el 30/05/2011 y el 22/11/2011.

El ensayo se realizó en el potrero 35 de la estación experimental antes mencionada, la ubicación del mismo es latitud 32°22'30.93"S y longitud 58°3'47.08"O.

3.1.2 Descripción del sitio experimental

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (escala 1: 1.000.000, Altamirano et al., 1976) el área experimental se encuentra sobre la Unidad San Manuel, perteneciente a la formación geológica Fray Bentos. Como suelos dominantes presenta Brunosoles Éútricos Típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcilloso (limosa). Como suelos asociados se encuentran Brunosoles Éútricos Lúvicos, de textura limosa y Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca.

3.1.3 Antecedentes del área experimental

El trabajo se realizó sobre una pastura compuesta por *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel y *Trifolium repens* cv. Zapicán. A este mezcla se le agregó en un tratamiento *Paspalum notatum* cv. Pensacola y en otro tratamiento *Paspalum dilatatum*.

La pastura fue sembrada el 30 de mayo de 2010 y fertilizada a la siembra con 150 kg/ha de 7-40. La siembra se realizó sobre un rastrojo de soja al que hacía 40 días se le había aplicado 5 l/ha de glifosato.

El cuadro a continuación muestra las densidades de siembra de cada uno de los componentes de la pastura.

Cuadro No. 1. Densidad de siembra en kg/ha de las especies sembradas.

ESPECIE	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)
<i>Festuca arundinacea</i>	15
<i>Lotus corniculatus</i>	8
<i>Trifolium repens</i>	2
<i>Paspalum notatum</i>	15
<i>Paspalum dilatatum</i>	45

Las gramíneas fueron sembradas por siembra directa en forma cruzada y las leguminosas al voleo.

El 3 de julio del primer año se aplicó sobre la mezcla, para el control de malezas (principalmente *Bowlesia incana*), 12 gr/ha de Kleen. En el segundo año la pastura se refertilizó con 100 kg/ha de 7-40 en abril del 2011 y luego se realizaron dos fertilizaciones de 70 kg/ha de urea en mayo y julio del mismo año. En junio del 2011 se aplicó 1,2 l/ha de 2,4 DB más 0,35 l/ha de Flumetsulan, para controlar malezas de hoja ancha.

3.2 TRATAMIENTOS

Para el trabajo se hicieron tres tratamientos, cada uno de ellos con una mezcla distinta, estas últimas son:

- *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*.
- *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* y *Paspalum dilatatum*.
- *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* y *Paspalum notatum*.

Los tratamientos se sembraron en 3 bloques al azar y fueron pastoreados con novillos Holando, durante su ciclo de crecimiento. En cada parcela pastorearon 6 novillos o sea que en el bloque habían 18 novillos. El manejo contempla que los animales pastorean siempre en el mismo tratamiento. El pastoreo fue rotativo, para ingreso y salida del bloque se toma en cuenta la altura de la pastura, los animales ingresaron con 15-20 cm y salieron de la parcela cuando uno de los tratamientos alcanzaba 5 cm.

El peso promedio de ingreso de los animales fue de 378 kg y el de salida de 619 kg, se manejó una carga promedio de 1,3 animales/ha. Al inicio del experimento los kg/ha fueron 493 kg/ha PV y al final 807 kg/ha PV.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar.

El área experimental fue de 13,8 ha, la misma se divide en 3 bloques, uno de 8,2 ha (bloque 1), otro de 2,6 ha (bloque 2) y otro de 3 ha (bloque 3).

Cada bloque a su vez se subdivide en 3 parcelas, obteniendo un total de 9 parcelas, las cuales se definen como unidad experimental. Por tratamientos las áreas son las siguientes:

- *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*: 5,1 ha.
- *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* y *Paspalum dilatatum*: 4,4 ha.
- *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* y *Paspalum notatum*: 4,3 ha.

En la figura a continuación se observa el área experimental con los distintos bloques y parcelas.

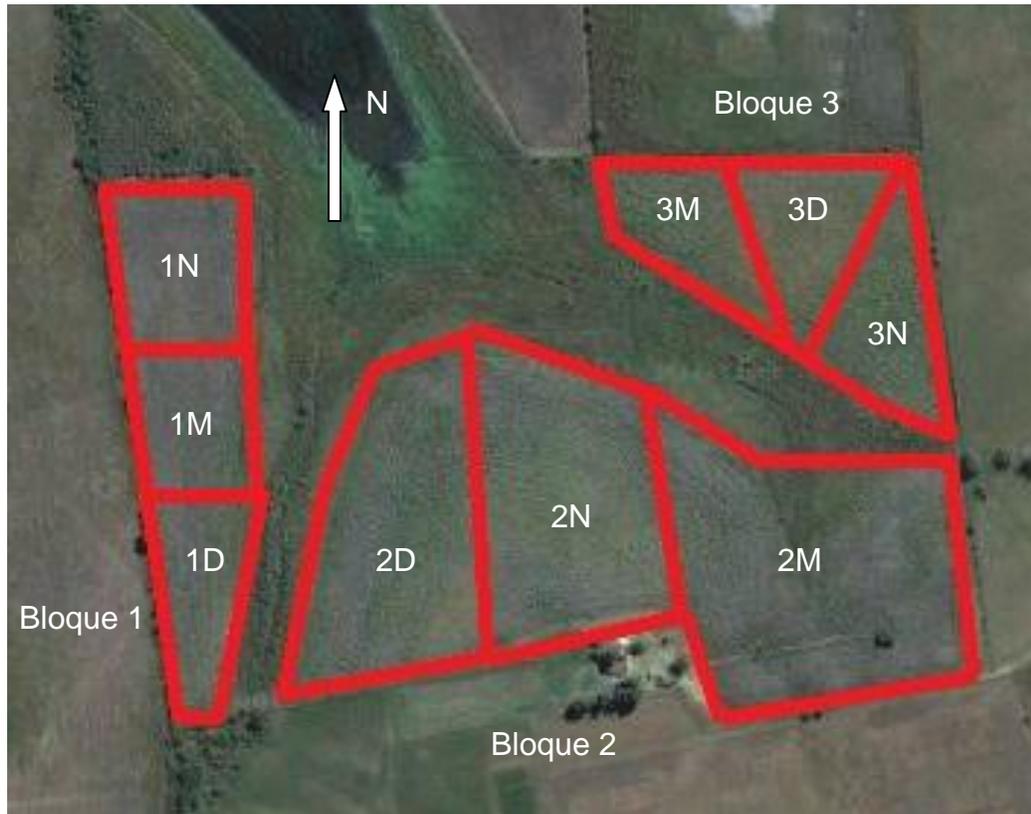


Figura No. 1. Croquis del área experimental.

Referencias: D = mezcla base + *Paspalum dilatatum*; N = mezcla base + *Paspalum notatum*; M = mezcla base.

3.4 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Se cuantificó la producción de forraje, composición botánica, porcentaje de malezas y suelo descubierto, la evolución de peso de los animales, determinándose de esta manera la ganancia total que tuvieron en el período y la ganancia diaria de los mismos, en función de distintos tratamientos.

3.4.1 Variables determinadas

3.4.1.1 Forraje presente antes y al luego del pastoreo expresado como kg/ha de materia seca

La materia seca presente en kg/ha es la cantidad de materia seca que hay antes del comienzo del pastoreo.

El remanente es la cantidad de materia seca en kg/ha presente luego de finalizado el pastoreo.

La determinación de las variables antes mencionadas se realizó a través del método de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975).

Para medir el disponible se determinó por apreciación visual una escala de 5 puntos según la heterogeneidad de la pastura, realizándose 3 repeticiones por cada punto de la escala. Previo al corte de cada punto de escala se determinó la altura de la pastura mediante tres mediciones dentro del rectángulo en forma diagonal en la hoja verde más alta que toca la regla.

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. Se obtuvieron un total de 15 muestras 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 para cada tratamiento por separado.

Para la medición del remanente se llevó a cabo un procedimiento similar, con la excepción de que se determinó por apreciación visual una escala de tres o cinco puntos dependiendo de la heterogeneidad de la pastura, realizándose para el primer caso 5 repeticiones por cada punto de la escala.

Previo y posterior a cada pastoreo se determinó la escala promedio mediante la realización de 40 observaciones por parcela, además se cuantificó la altura promedio de la misma según la metodología descrita en el ítem 3.4.1.2, utilizándose el promedio de estas determinaciones para realizar el cálculo de la cantidad de forraje disponible o remanente.

Luego de obtener la cantidad de materia seca de la pastura se procedió al cálculo de la disponibilidad de forraje por hectárea. Con los datos obtenidos se ajustó la ecuación de regresión entre altura de la pastura en cm y kg/ha de

MS, y entre valor de escala visual y kg/ha de MS, determinándose cuál de las ecuaciones tenía mayor coeficiente de determinación con la disponibilidad. Con la función obtenida se procedió al cálculo de la disponibilidad de forraje por hectárea, utilizándose los promedios de altura y de escala de cada parcela y sustituyéndolos en la función. El mismo procedimiento se realizó para estimar el remanente. Debido a la mayor correlación entre altura y biomasa se tomó este parámetro para calcular la cantidad de biomasa disponible y remanente.

3.4.1.2 Altura del forraje disponible y del remanente

La altura del forraje disponible se refiere a la altura promedio (en cm) del forraje en la parcela antes del pastoreo y la altura del remanente se refiere a la altura promedio (en cm) del forraje en la parcela una vez finalizado el pastoreo.

La determinación de la altura para ambos casos (disponible y remanente), se obtuvo tomando 40 medidas en cada parcela. Con estas medidas se realizó el promedio de altura de cada parcela, dentro del bloque, y este dato fue el utilizado para sustituir en la función obtenida en el ítem anterior para calcular la disponibilidad de materia seca.

3.4.1.3 Forraje desaparecido

Se calculó como la diferencia entre los kg de materia seca disponible (ajustada por el crecimiento durante el pastoreo) y remanente, antes y luego de finalizado el pastoreo respectivamente, o sea se refiere a la cantidad de materia seca desaparecida durante el pastoreo.

3.4.1.4 Forraje producido

El forraje producido es considerado como la diferencia entre el forraje disponible del pastoreo actual menos el forraje remanente dejado en el pastoreo anterior, ajustándose por el crecimiento durante los días de pastoreo.

3.4.1.5 Tasa de crecimiento

Cantidad de materia seca que se produce por día (kg/ha/día) en el período comprendido entre dos pastoreos. Es la diferencia entre la cantidad de materia seca que hay disponible previo al ingreso de los animales y la cantidad

de materia seca remanente del pastoreo anterior, resultado que se divide entre los días en que dicha pastura no fue pastoreada.

3.4.1.6 Composición botánica de la pastura

Se refiere al aporte porcentual en biomasa de las diferentes especies sembradas y malezas en general, en el momento del muestreo, tanto del disponible como del remanente. La determinación de esta variable se realizó a través del método botanal (Tothill et al., 1978).

Para este diagnóstico se utilizaron rectángulos de 20 por 50 cm (los mismos que fueron usados para determinar la cantidad de materia seca disponible y remanente). En primer lugar se determinó el porcentaje de suelo desnudo y luego lo que representa porcentualmente el material verde (componentes de la mezcla y malezas). El material verde debe sumar 100%, es decir, se cuantifica aparte del porcentaje de suelo desnudo.

Estos datos de porcentaje, se aplicaron tanto al disponible como al remanente para especificar el aporte de cada componente en kg de materia seca por hectárea.

3.4.1.7 Peso de los animales

Se determinó aproximadamente cada 30 días mediante el uso de balanza eléctrica por la mañana con los animales en ayuno.

3.4.1.8 Ganancia de peso diaria

Es la ganancia diaria por animal (kg/animal/día) promedio para todo el período de pastoreo.

Se calcula dividiendo la producción de peso vivo (PV) durante todo el periodo experimental (peso vivo final - peso vivo inicial) sobre la duración del período de pastoreo, expresado en número de días.

3.4.1.9 Producción de peso vivo por hectárea

Son los kilogramos de PV producidos por hectárea durante todo el período de pastoreo. Se calculó dividiendo la ganancia total de peso en el período de pastoreo obtenido en cada tratamiento entre la superficie del mismo. De esta forma se obtuvo la producción por hectárea de cada tratamiento.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El modelo estadístico utilizado fue el de ANOVA en DBCA y separación de medias según LSD fisher, al 10% de significancia. Medido mediante el paquete estadístico INFOSTAT.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

Cada observación Y_{ij} =

μ : efecto de la media general.

T_i : efecto de i ésimo tratamiento $i = 1, 2, 3$.

B_j : efecto del j ésimo bloque $j = 1, 2, 3$.

e : error del i ésimo tratamiento en el j ésimo bloque.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DATOS CLIMÁTICOS

A continuación se presentan los registros históricos de temperatura y precipitaciones comprendidos entre los años 1980 y 2009 para el departamento de Paysandú, según información extraída de INIA. Estos se comparan con los registros obtenidos durante el período experimental, el cual va desde el 30 de mayo hasta el 22 de noviembre, en la estación meteorológica ubicada a 200m del experimento.

La figura a continuación presenta los datos de precipitaciones antes descritos.

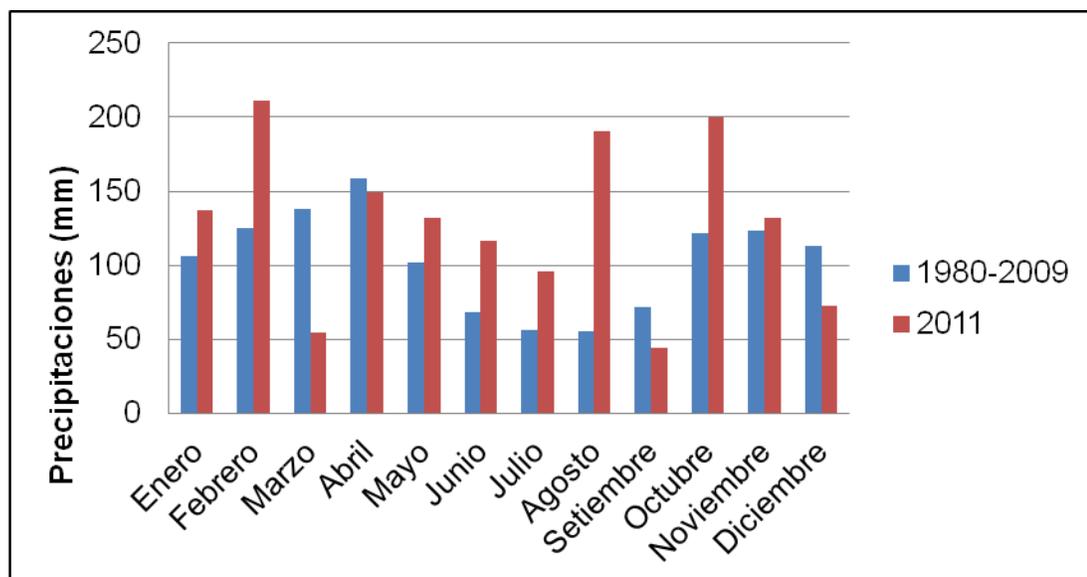


Figura No. 2. Registro de precipitaciones durante el período experimental comparado con el promedio histórico.

Las precipitaciones registradas durante el periodo en estudio no se comportan de forma similar a las del promedio histórico de nuestro país, es un año atípico en cuanto a las mismas. Durante los meses afectados al experimento se observan valores superiores respecto al promedio histórico, en junio, julio, agosto, octubre y noviembre. Comparando la media histórica con las precipitaciones caídas en el año de estudio, en este último llovió 296,4mm más.

En el siguiente cuadro se muestra el balance hídrico invierno-primaveral.

Cuadro No. 2. Balance hídrico del período experimental.

	Precipitaciones	ET	Balance
Mayo	132,1	76,15	55,95
Junio	116,8	58,49	58,31
Julio	95,5	70,42	25,08
Agosto	190,8	80,12	110,68
Setiembre	44,2	123,47	-79,27
Octubre	204,8	107,45	97,35
Noviembre	131,8	168,96	-37,16

La capacidad de almacenaje de agua de los suelos afectados al experimento es de 111 mm (Giménez, 2012), considerando este factor no menos importante, se observa que no hay déficit hídrico en ninguno de los meses comprendidos en el período estudiado. Si bien existe un balance hídrico negativo en setiembre y noviembre, cuando el balance se realiza acumulado esto desaparece.

En la siguiente figura se ilustran las precipitaciones, la evapotranspiración y el balance hídrico acumulado durante el período de estudio.

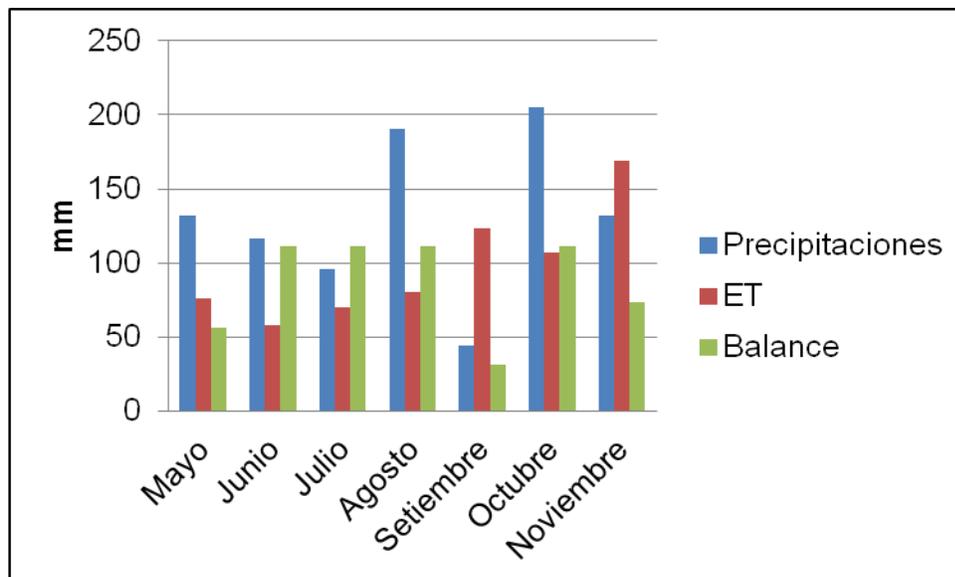


Figura No. 3. Precipitaciones, ET y balance hídrico acumulado durante el período experimental.

Como fue anteriormente mencionado, en la figura anterior se aprecia que no hay balance hídrico negativo en ninguno de los meses de interés.

Continuando con datos climáticos, la figura a continuación presenta los registros de temperatura del año en estudio y los del promedio histórico.

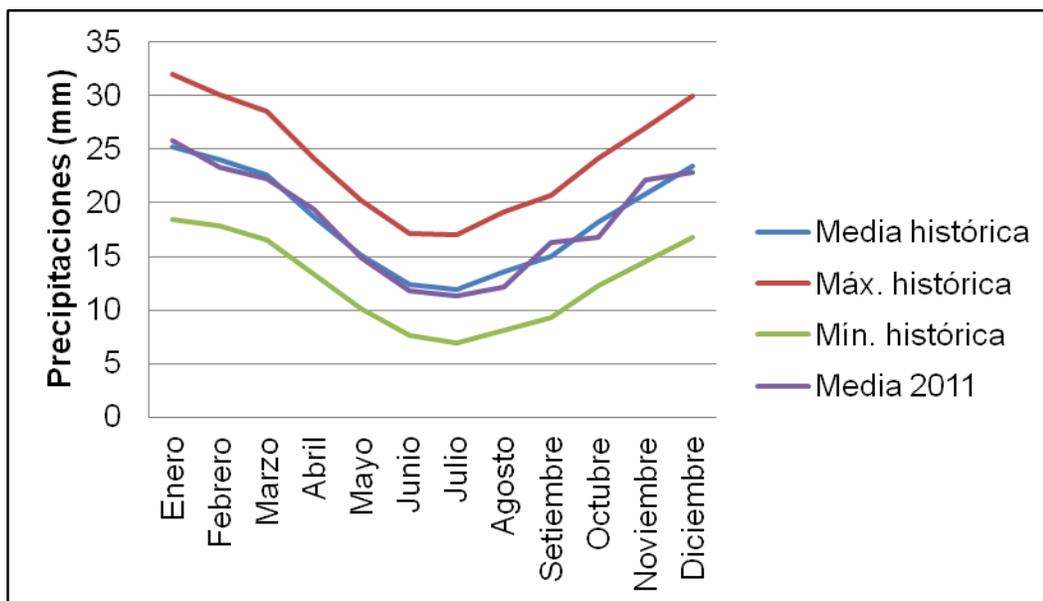


Figura No. 4. Registro de temperatura durante el período experimental comparado con el promedio histórico.

En cuanto a las temperaturas registradas durante el periodo experimental no se observaron grandes diferencias comparadas con las temperaturas medias históricas.

Según Carámbula (2002) las especies con metabolismo C_3 (especies templadas) tienen buen desarrollo con temperaturas de 15 a 20 °C. En todo el periodo invernal se registraron temperaturas inferiores a las óptimas, ocurriendo temperaturas apropiadas dentro del rango antes mencionado en los meses de setiembre y octubre. A partir de noviembre la temperatura supera los 20 °C.

En cuanto a las especies de metabolismo C_4 no se las considera en el análisis por la ausencia de las mismas en la mezcla debido a los problemas de implantación.

Atendiendo a las condiciones climáticas se puede decir entonces que las precipitaciones durante el período experimental no fueron limitantes para un buen desarrollo de las especies sembradas, en cambio la temperatura estuvo por debajo del rango óptimo durante el primer trimestre.

4.2 PARÁMETROS DE PRODUCTIVIDAD DE LA PASTURA

4.2.1 Forraje disponible

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

4.2.1.1 Cantidad de forraje disponible

En la figura a continuación se presenta la disponibilidad de forraje (kg/ha MS) durante el período experimental para los distintos tratamientos.

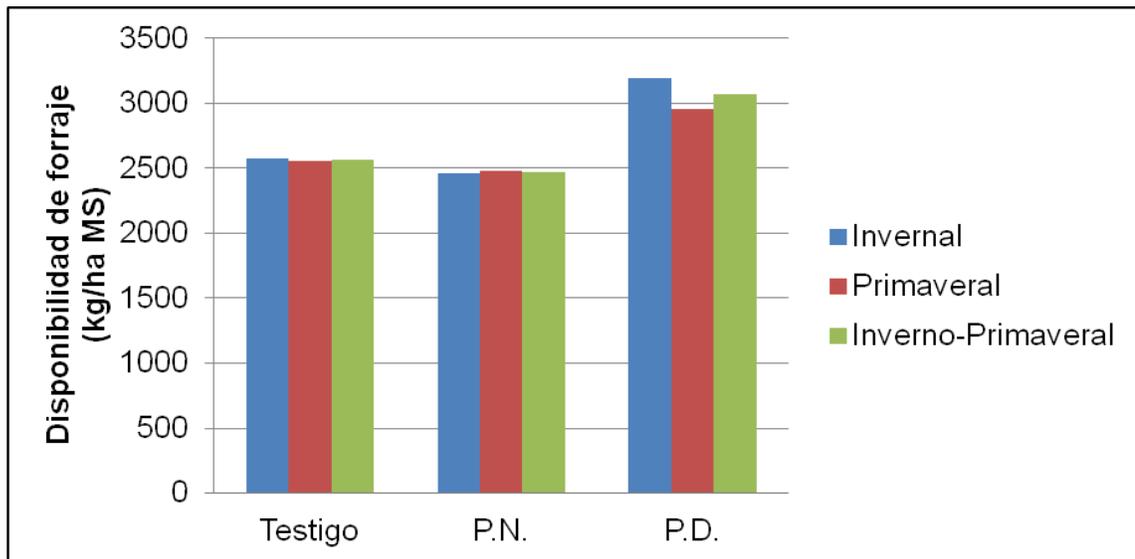


Figura No. 5. Disponibilidad de forraje (kg/ha MS) por tratamiento, por estación y el promedio del período invierno-primavera.

Como las mezclas forrajeras quedaron constituidas de forma semejante por la ausencia completa de *Paspalum notatum* y *Paspalum dilatatum*, debido a su baja implantación, no se registraron diferencias significativas en cuanto a disponibilidad de forraje entre los distintos tratamientos. Los problemas de implantación de las especies antes mencionadas pueden ser explicados por la mala calidad de la semilla (porcentajes de germinación de 0,4 a 50%), o a la fecha de siembra tardía (fines de junio), entre otros.

A pesar de la baja implantación de las gramíneas perennes estivales en la mezcla, se obtuvo una buena disponibilidad de forraje en el periodo

experimental (inverno-primaveral), dada por el trébol blanco y la festuca en invierno y el gran aporte de lotus en primavera.

Que el disponible invernal y primaveral sean similares en los distintos tratamientos es lógico ya que en el período invernal se está contabilizando una parte de otoño y el período primaveral no es hasta fines de primavera sino hasta el 22 de noviembre. Invierno, para el experimento, son los meses de junio, julio y agosto. Si bien las mediciones realizadas comenzaron el 30 de mayo la pastura hacía 15 días estaba sin animales lo que permite que se acumule forraje durante el mes de mayo, este forraje fue contabilizado en el disponible de invierno. Primavera abarca los meses de setiembre, octubre y noviembre. Como fue mencionado, las mediciones se efectuaron hasta el 22 de noviembre por lo que faltaron 8 días de la primavera en el disponible de esta estación.

Los resultados obtenidos en cuanto a disponibilidad de forraje son superiores a los obtenidos por Arenares et al. (2011) quienes en similar periodo y con las mismas mezclas forrajeras obtuvieron disponibles de 1860kg/ha MS (*Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*), 1556 kg/ha MS (*Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum notatum*) y 1875 kg/ha MS (*Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum dilatatum*). Agustoni et al. (2008) obtuvieron, en similar período y con una mezcla de raigrás perenne, trébol blanco y lotus, disponibles de 1465 y 1710 kg/ha MS con una asignación de forraje de 4,5 y 7 kg MS/100 kg PV respectivamente, valores inferiores a los obtenidos en este trabajo.

Esta superioridad en cuanto a forraje disponible puede ser explicada por varios factores, entre ellos los más destacados son la edad de la pastura y las condiciones climáticas. La pastura es de segundo año y es aquí donde se da la máxima producción de cualquier pastura. Sumado a esto las condiciones ambientales durante el período de estudio fueron muy favorables para el crecimiento de las especies sembradas lo cual puede haber potenciado este segundo año de la pradera.

Sin embargo Almada et al. (2007), trabajando con una mezcla de raigrás perenne, trébol blanco y lotus de primer año en el periodo inverno-primaveral obtuvieron disponibles de 3302 y 4074 kg/ha MS con asignaciones de forraje de 4,5 y 7,0 % respectivamente, valores muy superiores a los obtenidos en este trabajo. Esta diferencia puede explicarse por la gramínea utilizada, el raigrás produce más materia seca que la festuca.

4.2.1.2 Relación entre cantidad y altura de forraje disponible

En el cuadro a continuación se muestran los valores de forraje disponible por estación y por tratamiento expresados en kg/ha MS así como también la altura del mismo expresada en cm.

Cuadro No. 3. Forraje disponible en kg/ha MS y altura del mismo en cm por estación y por tratamiento.

Estación	Testigo		P.N.		P.D.	
	kg/ha MS	cm	kg/ha MS	Cm	kg/ha MS	cm
Invernal	2573	17,0	2457	16,6	3189	21,0
Primaveral	2551	16,1	2482	16,0	2956	18,5
Inverno-Primaveral	2562	16,5	2470	16,3	3073	19,8

Como ya fue mencionado, no hay diferencias significativas entre la producción de invierno y primavera para ninguno de los tratamientos, no concuerda con opiniones de diferentes autores que destacan la mayor producción primaveral dado las mayores temperaturas y el pasaje al estado reproductivo de las especies C3 (Langer 1981, Carámbula 2010).

En cuanto a la cantidad de forraje disponible, se realizaron los comentarios en el punto 4.2.1.1.

En lo que respecta a la altura de forraje disponible no existen diferencias significativas entre tratamientos, pero se puede apreciar una diferencia numérica en la altura de los diferentes tratamientos a favor de P.D. Si tenemos en cuenta que esta especie no se implantó las diferencias no pueden ser atribuibles a la mezcla sino a otros aspectos relacionados con la metodología experimental.

Todos los tratamientos, en promedio, presentaron alturas de disponible dentro del rango de 15-20 cm recomendado por Zanoniani et al. (2006), lo que permitiría recuperar el área foliar y el estado de la pastura, amortiguando el efecto de las intensidades de defoliación.

Folgar y Vega (2013) trabajando sobre la misma mezcla de 3er. año y en similar período obtuvieron una altura de 13,6 cm en invierno y 20,4 en primavera con una carga de 1,52 animales/ha. En comparación, la altura de invierno es un poco inferior a la obtenida en el presente trabajo y la de primavera es superior. Cabe destacar que en nuestro experimento la carga es de 1,3 animales/ha. Arenares et al. (2011) obtuvieron valores de 13,4; 11,4 y

13,3 cm para los tratamientos testigo, P.N y P.D respectivamente, valores inferiores a los obtenidos en este trabajo.

La figura a continuación refleja la relación que hay entre cantidad de forraje disponible y altura del mismo.

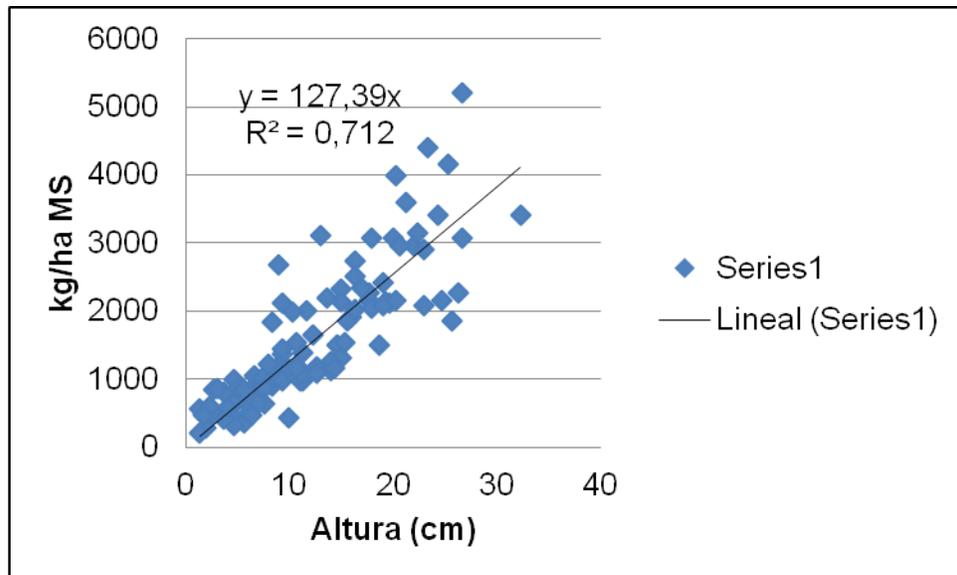


Figura No. 6. Relación funcional entre cantidad de forraje disponible (kg/ha MS) y altura (cm) del mismo.

Como muestra la figura, los kg de materia seca del disponible muestran una alta relación funcional y tendencia lineal positiva con la altura del mismo. El alto coeficiente de determinación, R^2 , obtenido indica que el 71% de la variación del forraje disponible es explicado por la variación en la altura de forraje. Lo anteriormente expuesto se puede afirmar con un 95% de confianza. El “a” de la ecuación fue eliminado debido a que no era estadísticamente significativo, esto simplifica la ecuación haciéndola más fácil de aplicar desde el punto de vista práctico.

El resultado obtenido es similar al obtenido por Folgar y Vega (2013), quienes tienen un promedio de R^2 de 0,71 entre invierno y primavera.

4.2.2 Forraje remanente

A continuación se presentan los datos de cantidad y altura de forraje remanente por estación y del promedio del período para cada tratamiento.

4.2.2.1 Cantidad de forraje remanente

En la siguiente figura se presenta el remanente de forraje (kg/ha MS) durante el período experimental para los 3 tratamientos.

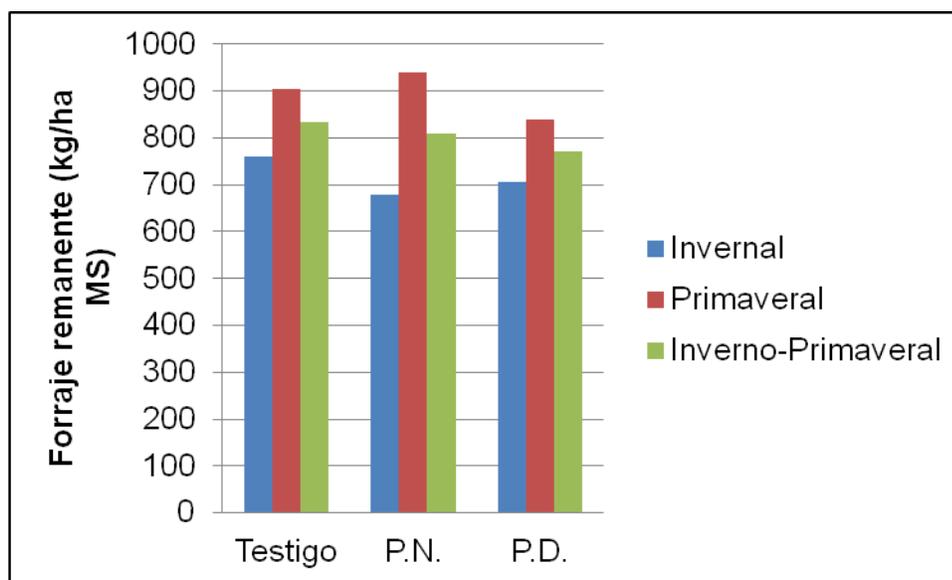


Figura No. 7. Remanente de forraje (kg/ha MS) por tratamiento, por estación y el promedio del período invierno-primavera.

En los datos mostrados anteriormente no se registraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos. El remanente en todos los tratamientos es mayor en primavera que en invierno, esto indica que los animales tuvieron mayor posibilidad de seleccionar el alimento que consumieron en esta época.

Estos valores son similares a los valores obtenidos por Agustoni et al. (2008) quienes para asignaciones de forraje de 4,5 y 7% obtuvieron 763 y 973 Kg/ha MS respectivamente. Foglino y Fernández (2009) obtuvieron valores entorno a 650 y 580 kg/ha MS para 3 y 9 días de ocupación de la pastura respectivamente, valores menores a los obtenidos en este trabajo. Esto se debe a que, además de que la pastura es de primer año y por lo tanto es de esperar una menor producción, las condiciones climáticas del experimento de Foglino y Fernández (2009) fueron desfavorables y tanto la altura del remanente como la del disponible disminuyeron a medida que avanzaban los pastoreos, provocando una disminución en la materia seca, ya que ambas variables están correlacionadas. Arenares et al. (2011), obtuvieron remanentes de 660 kg/ha MS (*Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*), 604 kg/ha MS (*Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum*

notatum) y 677 kg/ha MS (*Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum dilatatum*), valores comparativamente inferiores a los de en este trabajo.

La diferencia entre resultados puede estar dada por varias razones: una mayor producción que genera más MS de la que los animales necesitan consumir; menor consumo por parte de los animales, ya sea por situaciones de estrés como pueden ser altas temperaturas, limitantes generadas por la falta de agua ad libitum, pérdida de calidad del forraje, entre otras.

4.2.1.2 Relación entre cantidad y altura de forraje remanente

En el cuadro a continuación se muestran los valores de forraje remanente por estación y por tratamiento expresados en kg/ha MS así como también la altura del mismo expresada en cm.

Cuadro No. 4. Forraje remanente en kg/ha MS y altura del mismo en cm por estación y por tratamiento.

Estación	Testigo		P.N.		P.D.	
	kg/ha MS	cm	kg/ha MS	Cm	kg/ha MS	cm
Invernal	761	4,7	680	4,1	705	4,3
Primaveral	904	9,0	939	9,9	838	9,8
Inverno-Primaveral	833	6,8	809	7,0	771	7,1

No existen diferencias significativas ni en remanente ni en altura entre ninguno de los tratamientos.

Los valores de altura remanente estuvieron dentro del rango recomendado para no comprometer el desempeño posterior de la pastura, según Carámbula (2002), Agustoni et al. (2008), Foglino y Fernández (2009). La altura de remanente manejada en el presente trabajo, teniendo en cuenta el tipo de mezcla y la estación del año, coincide con los valores mencionados por Zanoniani et al. (2006), quienes proponen una intensidad de pastoreo entre 5-7,5 cm.

Folgar y Vega (2013) sobre la misma mezcla de 3er. año obtuvieron, con una carga de 1,52 animales/ha y una oferta de forraje de 7,7% un remanente de 1150 kg/ha MS, valor superior al obtenido en este trabajo. Arenares et al. (2011) en una pastura con los mismos componentes de este experimento, obtuvieron un valor de 660, 604 y 677 kg/ha MS para los tratamientos testigo, P.N y P.D

respectivamente, valores inferiores a los obtenidos en este trabajo. La oferta de forraje fue similar en ambos experimentos (entorno a 6%). Agustoni et al. (2008) obtuvieron con asignaciones de forraje de 4,5 y 7% remanentes de 6,3 y 8,7 cm de altura respectivamente, valores similares a los obtenidos en este trabajo. Fariña y Saravia (2010) evaluando una mezcla de festuca, agropyron y trébol blanco de primer año en similar período al de este trabajo obtuvieron un remanente de 7,7 cm, valor similar a los obtenidos.

La figura a continuación refleja la relación que hay entre cantidad de forraje remanente y altura del mismo.

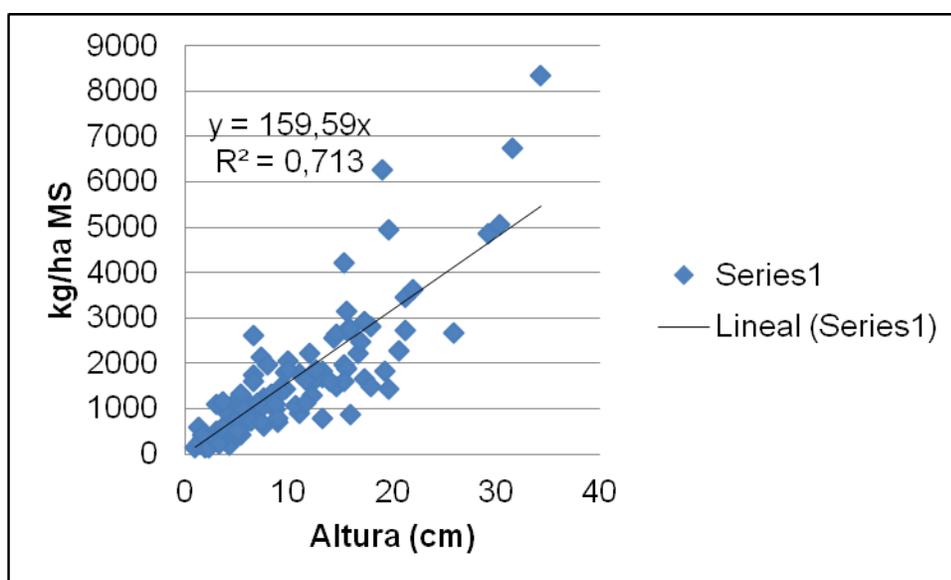


Figura No. 8. Relación funcional entre cantidad de forraje remanente (kgMS/ha) y altura (cm) del mismo.

Al igual que con los kg de materia seca disponible, los kg de materia seca remanente muestran una alta relación funcional y tendencia lineal positiva con la altura del mismo. El valor aceptable de R^2 vuelve a decir que el 71% de la variación del forraje remanente es explicado por la variación en la altura de forraje. El “b” de esta ecuación es superior al de forraje disponible, esto es lógico ya que en los estratos más bajos de la pastura hay una mayor proporción de tallos y vainas.

El resultado obtenido es similar al obtenido por Folgar y Vega (2013) quienes tienen un R^2 de 0,65, promedio de invierno y primavera. Agustoni et al. (2008) obtuvieron un valor de R^2 muy superior al de este trabajo, siendo el mismo de 0.98.

4.2.3 Forraje disponible y desaparecido

La figura a continuación muestra el forraje disponible, el forraje desaparecido y el porcentaje de cosecha por tratamiento para todo el período estudiado.

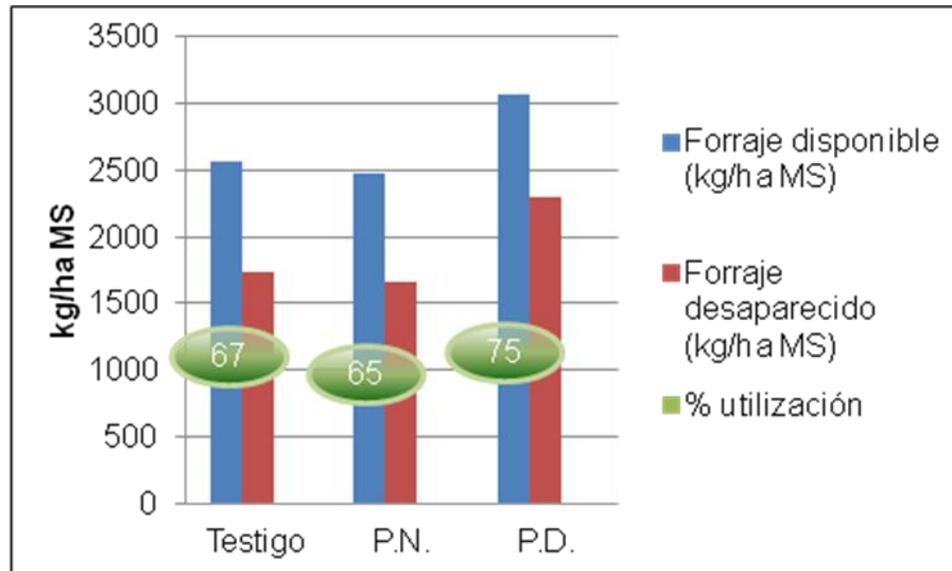


Figura No. 9. Forraje disponible y desaparecido en kg/ha MS

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, pero se puede apreciar una diferencia en cuanto al % de cosecha a favor de P.D lo que podría estar indicando que existen diferencias en cuanto a calidad del forraje. La estructura de la pastura determina el peso y las dimensiones del bocado del animal pastoreando, afectando directamente la tasa de consumo, y por ende el forraje desaparecido (Cangiano, 1996).

Por definición el forraje desaparecido incluye forraje consumido y forraje perdido en el proceso de pastoreo, en este experimento los valores son altos a pesar de que la dotación es baja por lo que podría concluirse que parte del desaparecido es en realidad desprendido de la planta durante el proceso de pastoreo sin llegar a ser consumido (por ejemplo enterrado durante el proceso del pastoreo) o simplemente partes de las plantas que se desprenden por senescencia.

La utilización de forraje para todos los tratamientos supera el valor manejado en la bibliografía (Leborgne, 1995) donde se estima un porcentaje de utilización del 50% para este tipo de mezclas. Fariña y Saravia (2010)

obtuvieron un porcentaje de utilización del 50%. La diferencia podría explicarse por lo expresado en el párrafo anterior.

El tratamiento P.D fue el que tuvo carga animal intermedia y mayor oferta de forraje (ver cuadro No. 6) pero no arrojó el menor porcentaje de eficiencia de utilización de forraje. Esto no concuerda con lo expresado por Mott (1960), Hodgson (1990), Gastal et al. (2004), Agustoni et al. (2008), quienes sostienen que una mayor oferta de forraje (menor dotación) determina una mayor oportunidad de selección y por lo tanto la eficiencia de cosecha del forraje disminuye.

En cuanto al forraje disponible P.D obtuvo el mayor valor, si bien como ya se mencionó, la diferencia no es significativa la misma alerta acerca de un alto coeficiente de variación entre las determinantes que no fue tenido en cuenta a la hora de establecer la metodología experimental. Probablemente este alto coeficiente de variación ocurra en el bloque 2 donde los tratamientos son de mayor superficie. La variación podría estar dada por diferencias edafológicas entre las parcelas y si fuera así justificaría plantear nuevamente el diseño de bloques y parcelas.

En cuanto al forraje desaparecido, Folgar y Vega (2013) trabajando con una oferta de forraje de 5,1 y 7,7% obtuvieron valores de 1322 y 1411 kg/ha MS, valores inferiores a los obtenidos en este trabajo. Arenares et al. (2010) obtuvieron valores de 1200, 954 y 1198 kg/ha MS para los tratamientos testigo, P.N y P.D respectivamente, valores también inferiores a los obtenidos aquí.

P.N fue el tratamiento con menor cantidad de forraje desaparecido y es además el que tiene mayor carga animal y menor oferta de forraje (ver cuadro No. 6) por lo que es esperable que este tratamiento tenga menos forraje desaparecido explicado por el mayor consumo animal. Parsons et al. (1983) sostienen que con aumentos de la intensidad de pastoreo se ocasionan aumentos de la cantidad de forraje consumido, disminuyendo el material muerto por unidad de superficie. Según Hodgson (1990), Cangiano (1996), Carámbula (2010a), cuando se trabaja a bajas dotaciones se permite acumular forraje en forma excesiva ocasionando posiblemente pérdidas de cantidades importantes de materia seca especialmente en periodos de abundancia de forraje. En otras palabras a mayor oferta de forraje (menor dotación), la cantidad de forraje ofrecido al animal excede ampliamente su consumo, esto trae como consecuencia un aumento en la cantidad de forraje senescente (Muslera y Ratera, 1984). A esto Thomas y Stoddart (1990), agregan que la mayor cantidad de tejido senescente es explicado porque las hojas superiores ejercen sombreado sobre las inferiores, alteran la calidad de luz que llega a los niveles

más bajos de la pastura. Además muchas hojas cumplen su vida media antes del siguiente pastoreo (Colabelli et al., 1998).

En el cuadro a continuación se ve la asociación entre producción de forraje, oferta de forraje y carga animal.

Cuadro No. 5. Producción de forraje (kg/ha MS) por tratamiento, por estación y promedio para el período experimental. OF (%) y carga animal (animales/ha) por tratamiento promedio del período experimental.

Período	Testigo	P.N.	P.D.
Invernal	2090	2217	3653
Primaveral	4259	4815	5764
Inverno-Primaveral	6348	7032	9416
Oferta de forraje (%)	5,9	5,5	7,3
Carga (animales/ha)	1,18	1,39	1,36

No existieron diferencias significativas de producción de forraje ni de oferta de forraje entre los tratamientos. La mayor producción de P.D puede ser explicada por un alto coeficiente de variación entre las determinantes, esto ya fue discutido anteriormente.

Según datos mencionados por Leborgne (1995) la producción de forraje de segundo año de una pastura compuesta por *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y gramínea perenne es de 10 tt/ha MS por año. En invierno se estima una producción de 2 tt/ha MS, valor similar a los obtenidos en los tratamientos testigo y P.N., inferior al resultado obtenido en el tratamiento P.D. En primavera se estima una producción de 4,3 tt/ha MS, valor similar a los obtenidos en los dos primeros tratamientos (testigo y P.N.), inferior al tratamiento P.D.

A menor oferta de forraje mayor es la carga (animales/ha) y por lo tanto menor la posibilidad de selección de forraje por parte de los animales. Sería de esperar que el tratamiento con mayor carga, en este caso P.N. fuera el que diera menor cantidad de forraje remanente lo cual no ocurrió. Seguramente P.D fue el tratamiento que mejor cubrió las necesidades nutricionales de los animales al producir más forraje y resultando en un menor remanente (ver cuadro No. 9).

4.2.4 Composición botánica del disponible y del remanente

La figura a continuación muestra la composición botánica del forraje para todo el período estudiado separando los datos por estación.

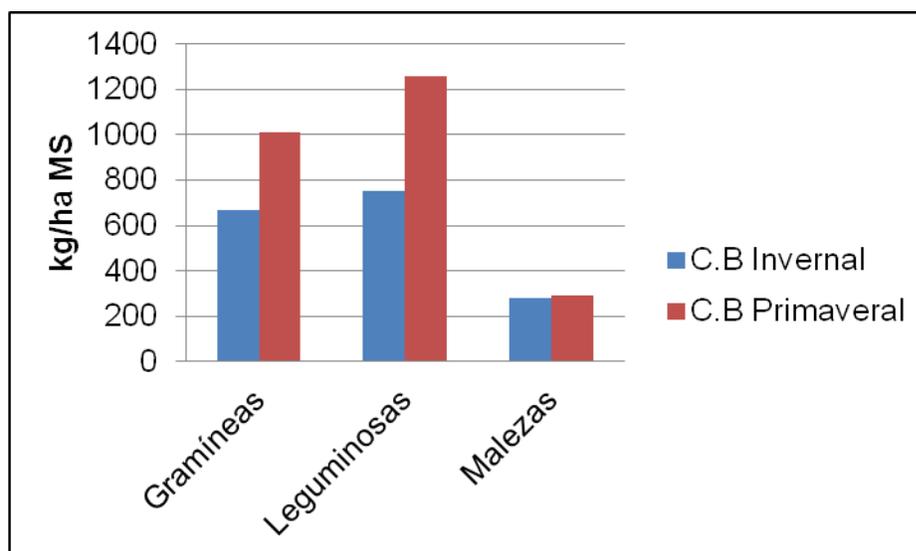


Figura No. 10. Contribución en kg/ha MS de gramíneas, leguminosas y malezas en invierno y primavera.

Los diferentes componentes que conforman la mezcla no presentan diferencias significativas entre los distintos tratamientos.

En la figura se observa que tanto las gramíneas como las leguminosas aportaron más kg de materia seca en primavera que en invierno. En cuanto a las malezas esta diferencia no se observó.

El aporte de MS a la mezcla por parte de las leguminosas fue mayor en invierno y en primavera, esto concuerda con Carámbula (2002) quién sostiene que en las praderas festuca, trébol blanco y lotus de segundo y tercer año dominan las leguminosas. Por otra parte García (1995) sostiene que la edad de la pastura es uno de los factores importantes que afecta la estructura del tapiz, en la medida que se asocia con cambios en el balance gramínea/leguminosa, acumulación de restos secos, etc. García (1995) presenta datos de praderas de 2do. año compuestas por festuca, trébol blanco y lotus con 80% o más de leguminosas en invierno y un porcentaje un poco más bajo en primavera. Los datos aquí presentados no son tan altos, en invierno las leguminosas representan el 44% y en primavera el 49%, pero si se da el mayor aporte por parte de leguminosas.

La figura a continuación ilustra como contribuye cada una de las especies leguminosas durante el período por estación.

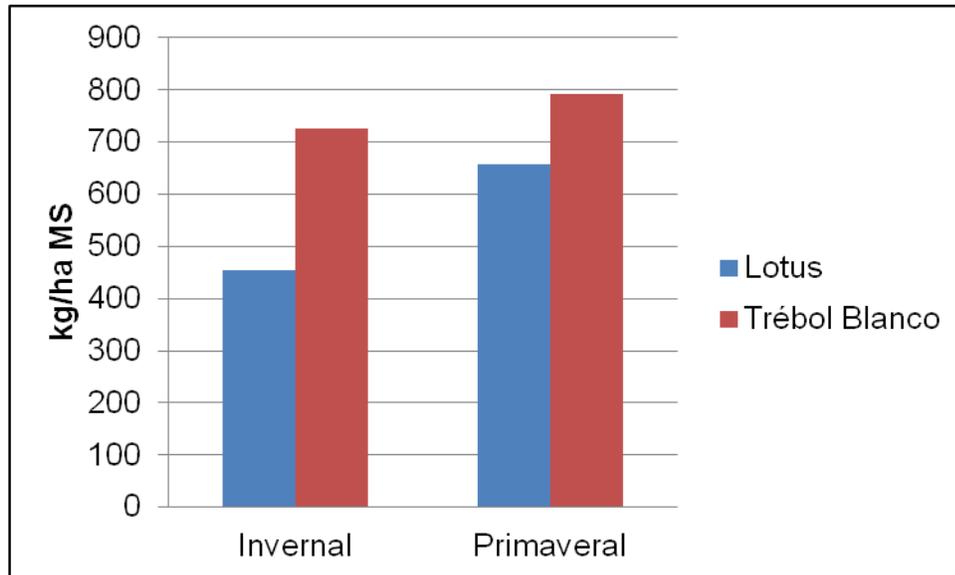


Figura No. 11. Contribución en kg/ha MS de cada una de las especies de leguminosas en la pastura.

Las diferencias en cuanto al aporte de cada leguminosa en cada estación de crecimiento no es significativa. Al separar los componentes leguminosas se refleja el mayor aporte de MS por parte del trébol blanco respecto al lotus. Esta relación se cumple en invierno y en primavera pero en la última estación la diferencia se achica. La explicación es clara, el trébol blanco es una especie perenne invernal mientras que el lotus es una especie perenne estival, por lo tanto la diferencia en invierno es mayor, favoreciendo al trébol blanco, y cuando va llegando al verano el lotus comienza a aportar más materia seca. Otro factor que influye en esta diferencia de aporte de materia seca es el sistema radicular de las especies, el trébol blanco presenta un sistema radicular estolonífero superficial, mientras que el lotus tiene un sistema radicular pivotante que explora más en profundidad y puede, por lo tanto, absorber agua a mayor profundidad. En invierno, donde predominan las bajas temperaturas y excesos hídricos, el trébol blanco se adapta muy bien, en primavera su capacidad de crecimiento en altura disminuye (García, 1996).

La figura a continuación muestra como fue la evolución de los distintos componentes de la pastura durante el período experimental para el tratamiento testigo.

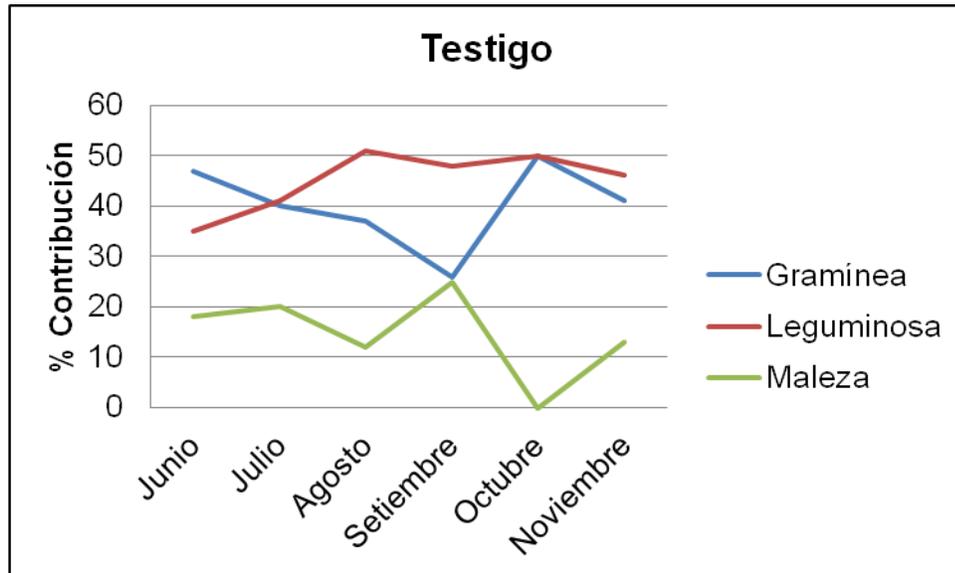


Figura No. 12. Evolución de la proporción relativa de los componentes de la pastura en la mezcla testigo según fecha de muestreo.

El porcentaje de contribución de cada uno de los componentes en el tratamiento testigo, se comporta algo errático en el periodo invernal. Durante el mismo la gramínea cae en porcentaje aumentando las leguminosas y las malezas. Los espacios vacíos que deja la festuca son ocupados por las malezas. A partir de setiembre el porcentaje de contribución de la gramínea comienza a aumentar, esto se debe fundamentalmente a la aplicación de herbicida que se hizo en julio. Posiblemente ayudó también el aumento en las precipitaciones durante este mes. La festuca entonces comienza a ganar lugar sombreando a las malezas provocando así que disminuya el porcentaje de contribución de las mismas. Las leguminosas se mantienen altas por un aporte del trébol blanco en el periodo invernal y luego en el periodo primaveral comienza a tomar importancia el aporte del lotus.

Arenares et al. (2011) trabajando con la misma mezcla en similar período obtuvieron porcentajes de 36, 52 y 7% de gramíneas, leguminosas y malezas respectivamente. Al igual que en este trabajo las leguminosas superaron a las gramíneas pero el porcentaje de malezas fue más bajo.

La figura a continuación muestra como fue la evolución de los distintos componentes de la pastura durante el período experimental para el tratamiento P.N.

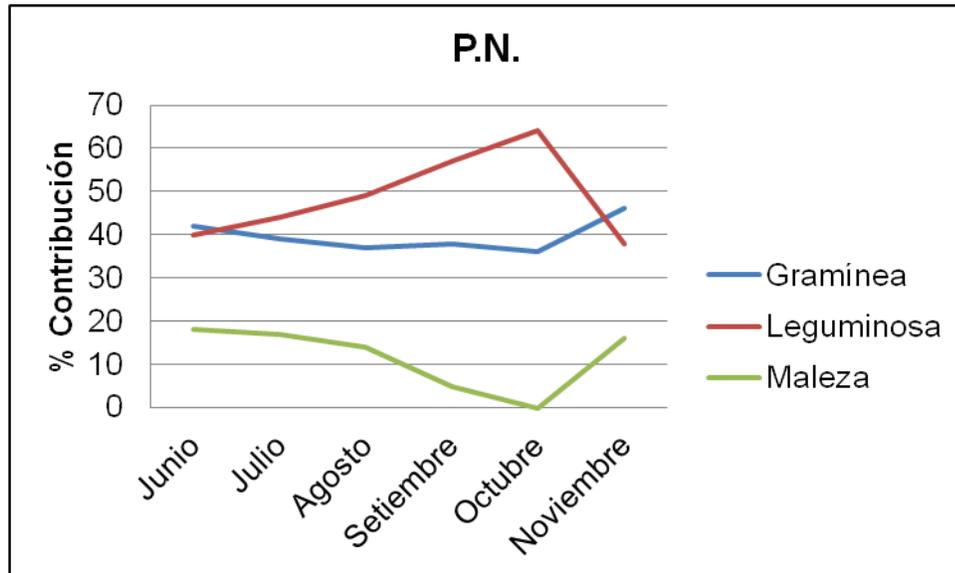


Figura No. 13. Evolución de la proporción relativa de los componentes de la pastura en el tratamiento P.N según fecha de muestreo.

En este tratamiento predominan, durante prácticamente todo el período, las leguminosas. La mayor diferencia en cuanto a contribución entre gramíneas y leguminosas se da en los meses de primavera a favor de las últimas. Las malezas, al igual que en el tratamiento testigo, decaen a partir de agosto por la aplicación de herbicida. En este caso el espacio dejado por las malezas es ocupado por las leguminosas.

Arenares et al. (2011) trabajando con la misma mezcla en similar período obtuvieron porcentajes de 34, 52 y 9% de gramíneas, leguminosas y malezas respectivamente. En este trabajo el porcentaje de leguminosas fue mayor y el de gramíneas un tanto menor.

La figura a continuación muestra como fue la evolución de los distintos componentes de la pastura durante el período experimental para el tratamiento P.D.

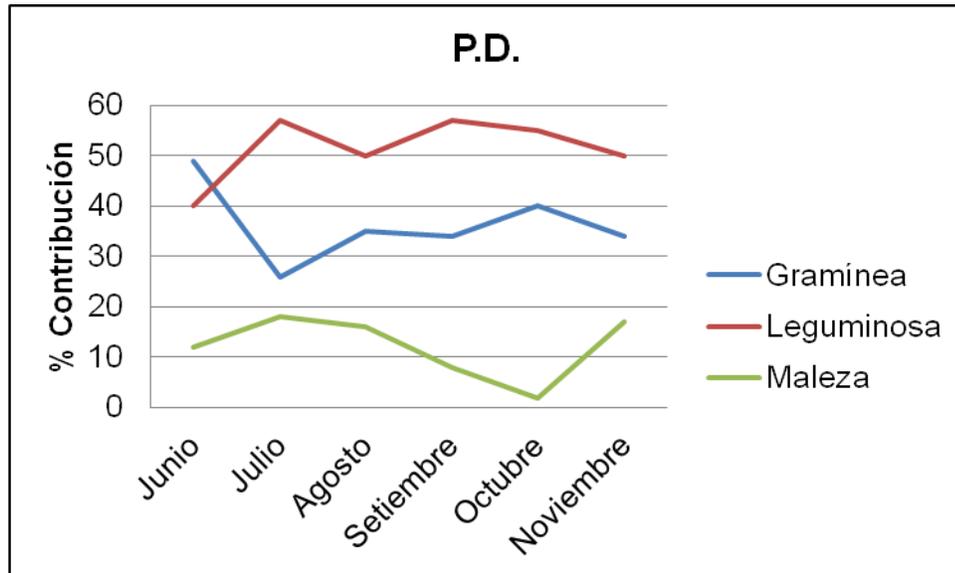


Figura No. 14. Evolución de la proporción relativa de los componentes de la pastura en el tratamiento P.D según fecha de muestreo.

En este tratamiento ocurre algo similar que en P.N, predominan las leguminosas pero la diferencia en cuanto a contribución entre gramíneas y leguminosas se mantiene, durante casi todo el período, de forma más estable. Las malezas, al igual que en el tratamiento testigo, decaen a partir de agosto por la aplicación de herbicida. En este caso el espacio dejado por las malezas es ocupado por las gramíneas.

Arenares et al. (2011) trabajando con la misma mezcla en similar período obtuvieron porcentajes de 40, 50 y 4% de gramíneas, leguminosas y malezas respectivamente, porcentajes similares a los obtenidos aquí.

Cabe aclarar que los tratamientos con *Paspalum notatum* y *Paspalum dilatatum* quedaron, en cuanto a composición, iguales al testigo debido a que ninguna de las especies antes mencionadas se implantó.

En todos los tratamientos, a excepción del testigo donde al principio contribuye más el componente gramínea, el mayor porcentaje de contribución está dado por el componente leguminosa. Esto coincide con lo mencionado por Carámbula (1991), donde destaca que durante el segundo año de vida de las mezclas domina el componente leguminosa.

García y Millot (1978), consideran una buena pradera la que presenta una contribución de 70% de gramíneas y el restante 30% de leguminosas. La proporción mayor de gramíneas es explicada porque deben ser la columna

vertebral de la pastura por su mayor potencial de producción, por su fisiología y disposición foliar. En relación a la proporción de la leguminosa se explica por aumentar el valor nutritivo de la dieta, aumentar la digestibilidad de la misma, contenido proteico y mineral. Zanoniani (2010) establece que una mezcla compuesta por gramíneas y leguminosas está balanceada cuando el aporte de los componentes en la mezcla es de 60% y 40% respectivamente. En todos los tratamientos porcentualmente las leguminosas dominaron a la gramínea, en la figura No. 12 se observa que estas últimas aportaron más materia seca tanto en invierno como en primavera.

En todos los casos se puede apreciar que cuando quedan espacios vacíos, sea por leguminosas o por gramíneas, estos son ocupados por las malezas. No obstante no tienen un alto aporte de materia seca en la mezcla (figura No. 12).

En las tres figuras anteriores se aprecia que la fracción leguminosa se encuentra en todos los casos cercana o por encima del 50% (a excepción de los primeros meses del tratamiento testigo donde la maleza contribuía con un alto porcentaje). 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; las gramíneas se ven beneficiadas entrada la primavera cuando las condiciones de luminosidad son más favorables (Arenares et al., 2011).

Con el propósito de ver si existe alguna asociación entre la oferta de forraje y los distintos componentes de la pastura se plantea el siguiente cuadro.

Cuadro No. 6. Porcentaje de cada componente de la mezcla según oferta de forraje.

Tratamientos	O.F (kg MS/100kg PV)	Gramínea (%)	Leguminosa (%)	Maleza (%)
Testigo	5,9	32	53	15
P.N	5,5	41	47	12
P.D	7,3	42	46	12

Los principales componentes de la pastura no muestran diferencias significativas con distintas ofertas de forraje. Esto concuerda con los datos de

Fernández y Nava (2008) quienes no obtuvieron diferencias entre los componentes para asignaciones de forraje de 4,5 y 7%.

Si obviamos el tratamiento P.D que fue el que se supone tiene un alto coeficiente de variación entre las determinantes, se puede decir que a mayor oferta de forraje hay proporcionalmente más gramíneas y menos leguminosas que cuando la oferta de forraje es mayor. Esto concuerda con Fernández y Nava (2008) quienes trabajando con asignaciones de forraje desde 2 hasta 9,5% observaron que a medida que aumenta la oferta de forraje disminuyen las leguminosas y aumentan los restos secos.

4.3 PARÁMETROS DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL

4.3.1 Peso de los animales

A continuación se presenta el peso inicial y final de los animales, el promedio y la carga expresada en kg/ha PV durante el período experimental.

Cuadro No. 7. Peso inicial, final y promedio de los animales y carga por tratamiento.

Tratamiento	PV inicial (kg)	PV final (kg)	Peso promedio (kg)	Carga kg/ha PV
Testigo	382	616	499	587
P.N	394	633	513	716
P.D	365	608	486	663

No se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los pesos de los animales. Souza y Presno (2013) registraron pesos similares a los presentados en este trabajo. Cairus y Regusci (2013) trabajando sobre la misma pradera y en similar período tuvieron pesos iniciales apenas superiores (414 kg) pero al final registraron menor peso (565 kg).

4.3.1.1 Ganancia de Peso Diaria

En el siguiente cuadro se observan las ganancias obtenidas por los animales en las estaciones que se realizó el experimento.

Cuadro No. 8. Ganancia media diaria (kg/día) por tratamiento y por periodo.

Tratamiento	Invierno	Primavera
Testigo	0,88	1,38
P.N.	0,85	1,48
P.D.	0,84	1,52
Promedio	0,86	1,46
OF (% PV)	5,78	7,51

No se registraron diferencias estadísticamente significativas entre las ganancias medias diarias, esto sugiere que no hay un efecto de la mezcla en el desempeño animal individual. La ganancia media del periodo invierno-primaveral obtenida en el experimento fue de 1,16 kg.

La ganancia media diaria, como era de esperar, es mayor para todos los tratamientos en primavera que en invierno, atributo que se debe a las mejores temperaturas y condiciones que se dan en esta estación para el crecimiento y desarrollo de las pasturas (Carámbula, 2002). En primavera la oferta de forraje es mayor lo que le permite al animal seleccionar en mayor medida (respecto a invierno) el alimento consumido. Por su parte Beretta y Simeone (2009) reportan ganancias máximas de novillos en primavera al 5,7% de asignación de forraje de 1,3 kg, valor inferior al obtenido en este trabajo.

En invierno al no haber mucho crecimiento de las pasturas, ocurre que los animales se ven limitados en la posibilidad de seleccionar (menor oferta de forraje), esto obliga a los animales a consumir forraje a una altura menor, aumentando además los costos de cosecha, afectando la producción individual (figura No. 9).

Foglino y Fernández (2009), con una oferta de forraje de 5% PV, alcanzaron ganancias diarias de 2,05 kg. Agustoni et al. (2008) obtienen valores de 1,5 y 1,6 kg/a/d trabajando con novillos Holando sobre una pradera de segundo año dominada por tréboles, con ofertas de forraje de 5,6 y 6,8% respectivamente, comparado con los resultados obtenidos en este trabajo, los valores son apenas superiores. La explicación puede estar en que el aporte por parte del raigrás perenne y/o trébol blanco en la mezcla de dichos trabajos no solamente da mayor volumen invernal sino también mejor digestibilidad, obteniéndose mejores producciones. En este sentido las mayores ganancias diarias reportadas por Fariña y Saravia (2010) de 2,44 kg/a/d así como las ganancias obtenidas en el periodo invernal-primaveral por Foglino y Fernández (2009) se pueden deber al mejor aporte en calidad y digestibilidad del raigrás perenne (65-75%), mientras que la festuca aporta alta digestibilidad en invierno

(70%) decayendo hacia la primavera (50%) (Picasso, citado por Fariña y Saravia, 2010).

La ganancia de primavera podría haber sido mayor si se hubiese manejado más carga ya que hubiese permitido remover tempranamente los ápices reproductivos de la festuca y mantener de esta forma mejor la calidad de la pastura. Esto disminuiría los costos de cosecha al disminuir la búsqueda de alimento de mayor calidad en dicha estación. O sea que manejando más novillos por ha, por más que la ganancia en invierno sea un poco menor, se podría haber obtenido más ganancia en primavera al disminuir costos energéticos del animal por menor tiempo de búsqueda al ser una pastura más homogénea y en su mayoría en estado vegetativo. Lo antes descrito habría que probarlo ya que, mirando desde otro ángulo, las ofertas de forraje manejadas están dentro al rango óptimo por lo que aumentar la carga significaría desfavorecer el desempeño individual.

Otro factor que puede estar influyendo en la ganancia media diaria es que los novillos no disponían de agua y sombra a voluntad, esto puede afectar a los animales produciendo un descenso en el consumo diario de forraje y aumentando en primavera tardía las pérdidas de energía por estrés térmico. En condiciones donde las temperaturas son elevadas, los animales aumentan sus necesidades de consumo de agua, debido a que por evaporación descienden su temperatura corporal, resultando este proceso difícil al no tener agua ad libitum (Saravia, 2009).

Folgar y Vega (2013) obtuvieron con una asignación de 5,1% una ganancia media diaria de 0,84 kg/día y con una asignación de 7,7% una GMD de 0,99 kg/ha. Souza y Presno (2013) obtuvieron ganancias medias diarias de 0,73 kg/a/d trabajando con una carga de 1,5 animales/ha. Cairús y Regusci (2013) reportaron ganancias de alrededor de 0,85 kg/a/d trabajando con una asignación de forraje de 5,1%. Estos valores son inferiores a los obtenidos aquí.

4.3.2 Producción de Peso vivo por hectárea

El cuadro a continuación muestra la oferta de forraje y los kg/ha de peso vivo producido durante todo el experimento para cada tratamiento.

Cuadro No. 9. Oferta de forraje (% PV) y producción de peso vivo (kg/ha PV) según tratamiento.

Tratamientos	O.F. (% PV total)	kg/ha PV
Testigo	5,9	283
P.N.	5,5	334
P.D.	7,3	332

La producción de PV promedio de los tres tratamientos fue de 316 kg/ha, si bien hay algunas diferencias entre tratamientos debido a las distintas ofertas de forrajes utilizadas las mismas no son estadísticamente significativas.

Los valores de asignación de forraje presentados son similares a los utilizados por Agustoni et al. (2008) quienes expresan que entorno a estas ofertas de forraje se permitiría una adecuada ganancia individual y producción por hectárea, así como un buen comportamiento de la pastura que no pondría en riesgo la persistencia de la misma. Esto coincide con lo expresado por Mott (1960), Hodgson (1990), Elizalde (1999) de la conveniencia de manejar asignaciones intermedias que permitan adecuadas ganancias individuales y utilizations de pastura, para lograr buenas producciones por superficie.

La dotación óptima o la oferta de forraje óptima se le llama a la que permite maximizar la productividad por unidad de superficie sin comprometer la persistencia de las pasturas (Cubillos y Mott 1969, Lombardo 2012).

Bartaburu et al. (2003), en el periodo de otoño-invierno, trabajando con asignaciones más bajas (2,5-5%) pero en una pastura compuesta por *Lolium multiflorum* solamente registraron producciones de 214 y 150 kg/ha; Almada et al. (2007) obtuvieron producciones de 700 y 900 kg/ha de carne para asignaciones de forraje de 4,5 -7% PV; Agustoni et al. (2008) obtuvo 550 kg/ha; Foglino y Fernández (2009) con escasas precipitaciones durante el ensayo y malas condiciones de implantación, obtuvieron producciones de 417 y 406 kg/ha PV; Fariña y Saravia (2010) reportaron producciones de 545 y 590 kg/ha con asignaciones de forraje de entre 5 y 7%. Folgar y Vega (2013) obtuvieron con asignaciones de 5,1 y 7,7% producciones de carne/ha de 269 y 221 kg respectivamente. Abud et al. (2011) obtuvieron una producción promedio de 227 kg/ha con una asignación de forraje 9,6%.

Teniendo en cuenta lo anterior se puede concluir que, en general, se obtuvieron producciones de peso vivo en el experimento menores si comparamos con ensayos de similares asignaciones, mezclas forrajeras y épocas del año.

El cuadro a continuación muestra un estimativo de la eficiencia de producción.

Cuadro No. 10. kg MS producida y kg PV producidos relacionados a través de la eficiencia de producción.

Tratamiento	kg MS producida	kg PV producidos	Ef. Producción (kg MS/kg PV)
Testigo	6348	283	22,4
P.N	7032	334	21
P.D	9416	332	28,4

El mejor resultado se obtiene en el tratamiento P.N que fue el que presentó una cantidad intermedia de MS y produjo más kg PV. Folgar y Vega (2013) para una carga de 1,52 animales/ha obtuvieron una eficiencia de producción de 31 kg MS/kg PV. Abud et al. (2011) obtuvieron una eficiencia de producción de 31,3 kg MS/kg PV. Estos valores son superiores a los manejados en este trabajo. Fariña y Saravia (2010) reportaron eficiencias de producción de 9,7 y 7,8 kg MS/kg PV, eficiencia muy superior a la obtenida aquí.

El tratamiento P.N es el de menor oferta de forraje, el que más kg de carne produjo y el que obtuvo mejor eficiencia de producción, esto puede sugerir que lo que faltó fue carga en los tratamientos. Almada et al. (2007) trabajando con asignaciones de forraje de 2 y 4,5% lograron ganancias diarias de 1 y 1,4 kg/animal y producciones/ha de 1150 y 900 kg/ha respectivamente, o sea que sin disminuir demasiado la ganancia diaria se obtiene mejor producción por superficie. Agustoni et al. (2008) obtuvieron con una oferta de forraje de 4,5% una GMD de 1,3 kg/a/d y una producción de 550 kg/ha.

5. CONCLUSIONES

Debido a la falla en la implantación de las especies C4 no hubo diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a la producción de forraje, por lo tanto al considerar la inclusión de una gramínea estival en la mezcla (constituida por festuca, trébol blanco y lotus) con el objetivo de lograr una mayor producción, persistencia y balance gramíneas-leguminosas, se recomienda la utilización de materiales con buen porcentaje de germinación. Debido a la nula implantación del *Paspalum notatum* y *Paspalum dilatatum*, se perdió el efecto tratamiento.

En cuanto a la producción de forraje, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. En todos los tratamientos el mayor aporte de MS, tanto en los meses invernales como en los primaverales, estuvo dado por las leguminosas y dentro de ellas el *Trifolium repens* predominó, siendo mayor la diferencia a favor de esta especie en invierno. Esto sugiere que esta especie es una buena alternativa invernal dado su importante aporte de MS y su buena calidad nutricional.

La producción de carne promedio fue de 316 kg/ha PV, es una buena producción sin embargo es inferior a las obtenidas por algunos autores en el período invierno-primaveral. Dada la buena calidad de la pastura, la poca variación en la ganancia individual y la baja eficiencia de producción de carne a pasto podría haber sido adecuado trabajar con una oferta de forraje de 4,5-5% para hacer un uso más eficiente del forraje. La interrogante queda abierta para trabajos futuros.

6. RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay) ubicada sobre la ruta nacional No. 3, Km 363, en el período invierno-primaveral, comprendido entre el 30/05/2011 al 22/11/2011. Los objetivos fueron evaluar la producción estivo-otoñal de forraje y de PV de tres mezclas forrajeras, utilizando 18 novillos Holando de entre 24 y 30 meses de edad con un sistema de pastoreo rotacional y evaluar los parámetros que afectan la morfogénesis de la festuca. Los tratamientos consistieron en tres mezclas sembradas de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*; *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum notatum*; *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum dilatatum*. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos generalizados al azar y el área experimental comprendió un total de 13,8 has que se divide en 3 bloques y cada bloque se subdivide en 3 parcelas, las que se definen como unidad experimental. Los cultivares evaluados fueron *Festuca arundinacea* Tacuabe, *Trifolium repens* Zapican, *Lotus corniculatus* San Gabriel, *Paspalum notatum* Pensacola y *Paspalum dilatatum* comercial. Al momento de la evaluación el efecto tratamiento se perdió, ya que no se implantaron ni el *Paspalum notatum* ni el *Paspalum dilatatum*, siendo esto explicado posiblemente por la calidad de la semilla y la fecha de siembra. Por lo tanto los resultados obtenidos muestran que no se observaron diferencias significativas en la cantidad de forraje disponible entre tratamientos, con una producción de forraje media en invierno de 2653 kg/ha MS predominando las leguminosas, mas específicamente el trébol blanco y en primavera de 4946 kg/ha MS con una tendencia similar al periodo estival. La altura promedio del disponible fue de 18 cm y la del remanente de 8 cm. Lográndose una ganancia media diaria de 1,16 kg/día, una producción de 324 kg/ha de PV y una eficiencia de producción de 23,1 kg, o sea se precisan en promedio 23,1 kg de materia seca producida para lograr 1 kg de PV.

Palabras clave: Producción de forraje; Mezclas forrajeras; Producción animal; Oferta de forraje; Carga animal.

7. SUMMARY

The present study was held in the Research Station “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandu, Uruguay), during the period between May 30th and November 22th, 2011. The main objectives of this research were to evaluate the winter – spring productivity and meat production of three different pasture mixtures, grazed by 18 Holstein steers aged between 24-30 months, in a rotational grazing method, and also study the botanical composition of the pasture. The treatments consisted in three pastures mixtures composed by: *Festuca arundinacea* cv. Tacuabe, *Trifolium repens* cv. Zapican and *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel; *Festuca arundinacea* cv. Tacuabe, *Trifolium repens* cv. Zapican, *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel and *Paspalum notatum* cv. Pensacola; *Festuca arundinacea* cv. Tacuabe, *Trifolium repens* cv. Zapican, *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel and *Paspalum dilatatum* “commercial” . The experimental design consisted in completely randomized blocks and in an area of 13.8 ha, divided in 3 blocks, each one subdivided in 3 plots, obtaining a total of 9 plots. There was no treatment effect as either *Paspalum dilatatum* or *Paspalum notatum* were implanted, due to the quality of the seeds and planting season. No significant differences were observed in terms of available forage in either of the three treatments, with an average winter production of 2653 kg/ha DM and in spring the average production was 4946 kg/ha DM, both seasons with a clear legumes predominance, more specifically white clover. The average available remnant height was 18 cm and the remnant was 8 cm. Achieving a daily weight gain of 1,16 kg, a 324 kg of meat production/ha and a production efficiency of 23,1 kg, means that 23,1 kg of dry matter offered is needed to gain 1 kg of meat.

Key words: Forage production; Pasture mixture; Animal production; Forage offer; Stocking

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ABUD, M.; GUADENTI, C.; ORTICOCHEA, V.; PUIG, V. 2011. Evaluación estivo-otoñal de mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 106 p.
2. AGNUSDEI, M.; COLABELLI, M.; MAZZANTI, A.; LAVREVEUX, M. 1998. Fundamentos para el manejo de pastizales y pasturas cultivadas de la pampa húmeda bonaerense. INTA Balcarce. Boletín Técnico no.147.16 p.
3. AGUSTONI, A.; BUSSI, C.; SHIMABUKURO, M. 2008. Efecto de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 97 p.
4. ALBANO, E.; ÁLVAREZ, G.; NÚÑEZ, R. 2010. Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre la productividad estivo-otoñal de una pradera de primer año con agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 114 p.
5. ALMADA, S.; PALACIOS, M.; VILLALBA, S.; ZIPITRIA, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y Lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.
6. ALLEGRI, M. 1982. Algunas consideraciones sobre la investigación en utilización de pasturas. Miscelánea CIAAB. no. 39: 1 – 3.
7. ALTAMIRANO, A.; da SILVA H.; DURAN, A.; PANARIO, U.; PUENTES, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; clasificación de suelos. Montevideo, MGAP. t.1, 96 p.
8. ALTIER, N. 1997. Enfermedades del Lotus en Uruguay. Montevideo, INIA. 16 p. (Serie Técnica no. 93).
9. ARENARES, G.; QUINTANA, C.; RIVERO, C. 2011. Efecto de tipo de mezcla forrajera sobre la productividad del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 89 p.
10. AYALA, W.; CARÁMBULA, M. 2009. El valor agronómico del género Lotus. Montevideo, INIA. 424 p.

11. _____; BEMAJA, M.; COTRO, B.; DOCANTO, J.; GARCÍA, J.; OLMOS, F.; REAL, D.; REBUFFO, M.; REYNO, R.; ROSSI, C.; SILVA, J. 2010. Forrajas; catálogo de cultivares. Montevideo, INIA. 131 p.
12. 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.
13. BERETTA, V.; SIMEONE, A.; BENTANCUR, O.; INVERNIZZI, G.; PUIG, C.; VIROGA, S. 2007. Efecto de la asignación de forraje y el tiempo de ocupación de la parcela sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes en invierno. (en línea). In: Reunión de ALPA (20^a, 2007, Cusco). Trabajos presentados. Cusco, ALPA. pp. 1-4. Consultado 24 ago. 2012. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/90-Beretta_ocupacion.pdf
14. _____.; _____. 2009. Producción de carne a pasto; asignación de forraje, respuesta animal y utilización del forraje. In: Jornada Anual UPIC (10^a, 2008, Paysandú). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. Unidad de Producción Intensiva de Carne. pp. 20-23.
15. BLASER, R.; HAMMES, R.; BRYANT, H.; HARDISON, W.; FORTENOT, J.; ENGEL, R. 1960. The effect of selective grazing on animal output. In: International Grasslands Congress (8th., 1960, Berkshire, England). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 601-605.
16. 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.
17. BRETSCHEIDER, G. 2008. Como controlar el empaste. (en línea). Rafaela, INTA. s.p. Consultado 24 ago. 2012. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
18. BURSON, B. L.; WATSON, V. H. 1995. Bahiagrass, Dallisgrass, and other Paspalum Species. In: Barnes, R.F.; Miller, D.A.; Nelson, C.J. eds.

Forages, an introduction to grassland agriculture. Ames, Iowa State University Press. pp. 431-440.

19. CAIRÚS, M.; REGUSCI, M. 2013. Producción invierno-primaveral de mezclas forrajeras de tercer año bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.
20. CANGIANO, C. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. 145 p.
21. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 464 p.
22. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, INIA. 47 p. (Serie Técnica no. 19).
23. _____. 1992. Manejo de praderas. Montevideo, INIA. 16 p. (Boletín de Divulgación no. 17).
24. _____. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
25. _____. 2007. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.3, 403 p.
26. _____. 2008a. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 530 p.
27. _____. 2008b. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
28. CARBAJAL, C.; FERNÁNDEZ, I.; GABACHUTTO, R. 1987. Producción y calidad de diferentes especies forrajeras en condiciones de campo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 176 p.
29. CHILIBROSTE, P. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal. In: Jornadas de Buiatría (30as., 2002, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 90-96.
30. _____.; SOCA, P.; DE ARMAS, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la internada pastoril. Cangüé. no. 27: 15-17.

31. COLABELLI, M.; AGNUSDEI, M.; MAZZANTI, A.; LABREVEUX, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Boletín Técnico no. 148. 21 p.
32. CUBILLOS, G.; MOTT, G. 1969. La influencia de la presión de pastoreo sobre la producción de carne de novillos en praderas de alfalfa y bromo. Agricultura Técnica. 29 (4): 178-185.
33. DE LEÓN, M. 2007. Interacciones "pastura-animal". INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Cuadernillo clásico de forrajeras no. 135. 2 p.
34. FARIÑA, M. F.; SARAIVIA, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 82 p.
35. FERNÁNDEZ, M.; NAVA, M. 2008. Efecto de la asignación de forraje y suplementación sobre la estructura y composición botánica de una pastura mezcla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 99 p.
36. FOGLINO, F.; FERNÁNDEZ, J. 2009. Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, trébol blanco, lotus corniculatus y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 68 p.
37. FOLGAR, L.; VEGA, G. 2013. Efecto de la dotación animal sobre la producción invierno-primaveral de una pastura de Festuca arundinacea, Trifolium repens y Lotus corniculatus de tercer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 118 p.
38. FORMOSO, F. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D.F.; Berretta, E.J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
39. _____. 2010. Festuca arundinacea, manejo para producción de forraje y semilla. Montevideo, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
40. _____. 2011. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad del forraje. Efectos del estrés ambiental e

interferencia de gramilla (*Cynodon dactylon*, (L) PERS.). Montevideo, INIA. 302 p. (Serie Técnica no. 188).

41. GARCÍA, J. 1971. Influencia de factores ambientales sobre el rendimiento y calidad de semilla en tres biotipos de *Paspalum dilatatum* Poir. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 128 p.
42. _____.; MILLOT, J. 1978. Estanzuela Tacuabé, primera variedad de *Festuca arundinacea* creada para el Uruguay. Revista de la Asociación Ingenieros Agrónomos del Uruguay. 9 (2ª. época): 33-36.
43. _____. 1995. Estructuras del tapiz de praderas. Montevideo, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 66).
44. _____. 1996. Variedades de trébol blanco. Montevideo, INIA. 15 p. (Serie Técnica no. 70).
45. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).
46. GASTAL, F.; LEMAIRE, G.; LESTIENNE, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilisation. In: Simposio em Ecofisiologia das Pastagens e Ecologia do Pastejo (2o., 2004, Curitiba). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.
47. GIMÉNEZ, L. 2012. Producción de maíz con estrés hídrico provocado en diferentes etapas de desarrollo. (en línea). Agrociencia (Montevideo). 16 (2): 92-102. Consultado 04 nov. 2014. Disponible en <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/650-1413-1-SM.pdf>
48. HARRIS, W.; LAZENBY, A. 1974. Competitive interactions of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. Australian Journal of Agricultural Research. 25 (2): 227 – 246.
49. _____. 1978. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: Wilson, J. R. ed. Plant relations in pastures. Melbourne, CSIRO. pp. 67-85.
50. HAYDOCK, K.P.; SHAW, N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pastures. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 5 (15): 663 – 670.

51. HODGSON, J. 1981. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: International Symposium of Nutritional Limits to Animal Production from Pastures (1981, St. Lucia). Proceedings. St. Lucia, J. B. Hacker. pp. 153 – 166.
52. _____. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.
53. HOLT, E. C. 1956. Dallisgrass. Texas Agricultural Experiment Station. Boletín Técnico no. 829. 14 p.
54. JONES, R. J.; GRIFFITHS, D.J.; WAITE, R. B.; FERGUS, I.F. 1968. The production and persistence of grazed irrigated pasture mixtures in southeastern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 31 (8): 177-189.
55. LANGER, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
56. LEBORGNE, R. 1995. Antecedentes técnicos y metodologías para presupuestación en establecimientos lecheros. Montevideo, Hemisferio Sur. 54 p.
57. LOMBARDO, S. 2012. Asignación de forraje. ¿Cuánto pasto hay que ofrecer a los animales?. Revista Plan Agropecuario. no. 143: 32-35.
58. MARASCHIN, G. E. 2000. A planta forrageira no sistema de produto; grammas batatais, forquilha e bahiagrass. In: Faria, V. P.; Moura, J. C.; Pedreira, C. G. S.; Peixoto, A. M. eds. A planta forrageira no sistema de producao. Piracicaba, FEALQ. pp. 217-264.
59. MONTOSI, F.; RISSO, D.; PIGURINA, G. 1995. Consideraciones sobre utilización de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Tacuarembó, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).
60. MILLOT, J. C.; CARÁMBULA, M.; METHOL, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en aéreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.

61. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grasslands Congress (8th., 1960, Berkshire, England). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606-611.
62. MUSLERA, E.; RATERA, C. 1984. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento. Madrid, Mundi-Prensa. 702 p.
63. PARSONS, A.; LEAFE, E.; COLLETT, B.; PENNING, P.; LEWIS, J. 1983. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. *Journal of Applied Ecology*. 20: 127-139.
64. _____. 1988. The effects of seasons and management on the growth of grass swards. In: Jones, M. B.; Lazenby, A. eds. *The grass crop*. London, UK, Chapman and Hall. pp. 129- 177.
65. PEREIRA, M. 2002. Manejo y conservación de las pasturas naturales del basalto. Proyecto de difusión diciembre 2002. Montevideo, Instituto del Plan Agropecuario. 67 p.
66. PIZARRO, E. A. 2000. Potencial forrajero del genero paspalum. *Pasturas Tropicales*. 22 (1): 38-46.
67. POPPI, D. P.; HUGHES, T. P.; L'HUILLIER, P. J. 1987 Intake of pasture by grazing ruminants. In: Nicol, A.M. ed. *Livestock feeding on pasture*. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-64 (Occasional publication no. 10).
68. _____.; THOMPSON, K. F. 1994. Livestock production from pasture. In: Langer, R. H. M. ed. *Pastures; their ecology management*. Auckland, Oxford University. pp. 263-283.
69. RHODES, I. 1969. The yield, canopy structure, and light interception of two ryegrass varieties in mixed culture and monoculture. *Journal of the British Grassland Society*. 24: 123-127.
70. RICHARDS, J. H. 1993. Physiology of plants recovering from defoliation. In: International Grassland Congress (17th., 1993, Palmerston North). Proceedings. Palmerston North, Massey University. pp. 85-94.

71. ROSENGURTT, B. 1979. Tabla comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Uruguay, UDELAR. Dirección General de Extensión Universitaria. 83 p.
72. SANTIÑAQUE, F. 1979. Estudios sobre la productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
73. _____.; CARÁMBULA, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Miscelánea CIAAB. no. 1: 16-21.
74. SARAVIA, C. 2009. Efecto del estrés calórico sobre las respuestas fisiológicas y productivas de vacas Holando y Jersey. Tesis de maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 136 p.
75. SHEATH, G. W.; HAY, R. J. M.; GILES, K. H. 1987. Managing pastures for grazing animals. In: Nicol, A.M. ed. Livestock feeding on pasture. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 65-74 (Occasional publication no. 10).
76. SKERMAN P.J.; RIVEROS F. 1992. Gramíneas tropicales. Roma, FAO. 849 p. (Producción y protección vegetal no. 23).
77. SMETHAM, M. L. 1981. Manejo del pastoreo. In: Langer R.H.M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 210-270.
78. _____. 1990. Pasture management. In: Langer, R.H.M. ed. Pastures; their ecology management. Auckland, Oxford University. pp. 197-240.
79. SOUZA, P.; PRESNO, J. 2013. Productividad invierno-primaveral de praderas mezcla con Festuca arundinaceae o Dactylis glomerata en su tercer año pastoreadas con novillos Holando con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.
80. TERRA, R. 1973. Mezclas forrajeras con inclusión de *Paspalum dilatatum*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
81. THOMAS, H.; STODDART, J. 1990. Leaf senescence. Annual Review of Plant Physiology. 31: 83 - 111.

82. 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. s.p.
83. VALENTINE, J. F. 1990. Grazing management. San Diego, CA, Academic. 533 p.
84. VERIBONA, N. 2006. Calidades y aptitudes del trébol blanco. (en línea). Rio Cuarto, s.e. s.p. Consultado 24 ago. 2012. Disponible en <http://www.pregonagropecuario.com.ar/cat.php?txt=123>
85. VOISIN, A. 1959. Productividad de la hierba. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 552 p.
86. ZANONIANI, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangüé. no. 15:13-17.
87. _____.; DUCAMP, F.2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25: 5-11.
88. _____., BOGGIANO P.; CADENAZZI M; SILVEIRA D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reuniao do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos. Desafios e Oportunidades do Bioma Campos Frente à Expansao e Intensificação Agrícola (21ª., 2006, Pelotas).Trabajos presentados. Pelotas, Embrapa. s.p.
89. _____. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. (en línea). In: Congreso Asociación Uruguay Producción Animal (3º., 2010, Montevideo). Trabajos presentados. Agrociencia (Montevideo). 14 (3): 26-30. Consultado 5 ago. 2014. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~agrociencia/index.php/directorio/article/view/File/395/312>

9. ANEXOS

Anexo No. 1. Forraje disponible (kg/ha MS)

Forraje disponible invierno-primavera.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disp. kg/ha	9	0,58	0,15	21,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1605849,06	4	401462,26	1,37	0,3847
Bloque	1008800,89	2	504400,44	1,72	0,2895
Tratamiento	597048,17	2	298524,08	1,02	0,4397
Error	1174973,11	4	293743,28		
Total	2780822,16	8			

Anexo No. 2. Forraje remanente (kg/ha MS)

Forraje remanente invierno-primavera.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rem. kg/ha	9	0,98	0,96	6,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	401446,05	4	100361,51	45,50	0,0014
Bloque	394038,32	2	197019,16	89,32	0,0005
Tratamiento	7407,73	2	3703,86	1,68	0,2955
Error	8823,31	4	2205,83		
Total	410269,36	8			

Anexo No. 3. Forraje desaparecido (kg/ha MS)

Forraje desaparecido invierno-primavera.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Des. kg/ha	9	0,56	0,11	30,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1437793,09	4	359448,27	1,25	0,4165
Bloque	741492,83	2	370746,41	1,29	0,3693
Tratamiento	696300,26	2	348150,13	1,21	0,3876
Error	1148752,39	4	287188,10		
Total	2586545,48	8			

Anexo No. 4. % de utilización

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% útil	9	0,84	0,67	9,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	846,08	4	211,52	5,13	0,0711
Bloque	683,28	2	341,64	8,29	0,0378
Tratamiento	162,80	2	81,40	1,98	0,2531
Error	164,82	4	41,20		
Total	1010,90	8			

Anexo No. 5. Altura de forraje útil

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura útil	9	0,75	0,50	39,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	177,67	4	44,42	3,01	0,1556
Bloque	154,04	2	77,02	5,22	0,0768
Tratamiento	23,64	2	11,82	0,80	0,5100
Error	59,05	4	14,76		
Total	236,72	8			

Anexo No. 6. Altura de forraje disponible**Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Alt. disp.	9	0,66	0,31	26,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	140,42	4	35,10	1,91	0,2727
Bloque	114,22	2	57,11	3,11	0,1531
Tratamiento	26,20	2	13,10	0,71	0,5432
Error	73,42	4	18,36		
Total	213,84	8			

Anexo No. 7. Altura de forraje remanente**Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Alt. rem.	9	0,95	0,91	13,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	63,63	4	15,91	20,31	0,0064
Bloque	63,55	2	31,77	40,56	0,0022
Tratamiento	0,08	2	0,04	0,05	0,9508
Error	3,13	4	0,78		
Total	66,76	8			

Anexo No. 8. Crecimiento en altura

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crecim. alt.	9	0,66	0,31	26,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	140,42	4	35,10	1,91	0,2727
Bloque	114,22	2	57,11	3,11	0,1531
Tratamiento	26,20	2	13,10	0,71	0,5432
Error	73,42	4	18,36		
Total	213,84	8			

Anexo No. 9. Crecimiento kg/ha MS

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crecim. kg/ha MS	9	0,44	0,00	38,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10884264,10	4	2721066,02	0,79	0,5879
Bloque	1550679,87	2	775339,93	0,22	0,8081
Tratamiento	9333584,23	2	4666792,11	1,35	0,3557
Error	13790839,22	4	3447709,80		
Total	24675103,32	8			

Anexo No. 10. Tasa de crecimiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T. crecim.	9	0,56	0,11	38,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	2229,46	4	557,36	1,25	0,4168
Bloque	1253,72	2	626,86	1,41	0,3447
Tratamiento	975,74	2	487,87	1,09	0,4177
Error	1782,72	4	445,68		
Total	4012,18	8			

Anexo No. 11. Crecimiento ajustado**Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crecim. ajust.	9	0,43	0,00	41,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28255836,75	4	7063959,19	0,76	0,6034
Bloque	11381462,59	2	5690731,29	0,61	0,5875
Tratamiento	16874374,16	2	8437187,08	0,90	0,4746
Error	37364056,65	4	9341014,16		
Total	65619893,40	8			

Anexo No. 12. Composición botánica del disponible

% de gramíneas en el disponible

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% gram.	9	0,79	0,58	8,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	152,18	4	38,04	3,74	0,1146
Bloque	24,28	2	12,14	1,19	0,3920
Tratamiento	127,90	2	63,95	6,29	0,0582
Error	40,66	4	10,17		
Total	192,84	8			

Anexo No. 13. Composición botánica del disponible

% de leguminosas en el disponible

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% leg.	9	0,31	0,00	11,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	52,53	4	13,13	0,46	0,7667
Bloque	15,44	2	7,72	0,27	0,7773
Tratamiento	37,09	2	18,54	0,65	0,5715
Error	114,99	4	28,75		
Total	167,52	8			

Anexo No. 14. Composición botánica del disponible

% de malezas en el disponible

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% malezas	9	0,52	0,03	35,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	101,63	4	25,41	1,06	0,4768
Bloque	72,82	2	36,41	1,52	0,3220
Tratamiento	28,82	2	14,41	0,60	0,5902
Error	95,53	4	23,88		
Total	197,16	8			

Anexo No. 15. Composición botánica del remanente

% de gramíneas en el remanente

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% gram.	9	0,93	0,85	9,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	717,11	4	179,28	12,45	0,0158
Bloque	630,98	2	315,49	21,91	0,0070
Tratamiento	86,13	2	43,06	2,99	0,1606
Error	57,59	4	14,40		
Total	774,70	8			

Anexo No. 16. Composición botánica del remanente

% de leguminosas en el remanente

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% leg.	9	0,92	0,83	9,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	752,83	4	188,21	11,08	0,0194
Bloque	711,83	2	355,91	20,96	0,0076
Tratamiento	41,00	2	20,50	1,21	0,3889
Error	67,93	4	16,98		
Total	820,76	8			

Anexo No. 17. Composición botánica del remanente

% de malezas en el remanente

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% malezas	9	0,83	0,65	21,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	217,53	4	54,38	4,76	0,0799
Bloque	185,98	2	92,99	8,14	0,0389
Tratamiento	31,55	2	15,77	1,38	0,3498
Error	45,67	4	11,42		
Total	263,20	8			

Anexo No. 18. Disponibilidad de gramíneas (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disp. gram.	9	0,51	0,01	32,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	346486,98	4	86621,74	1,03	0,4893
Bloque	102722,51	2	51361,25	0,61	0,5871
Tratamiento	243764,47	2	121882,23	1,45	0,3365
Error	336716,53	4	84179,13		
Total	683203,51	8			

Anexo No. 19. Disponibilidad de leguminosas (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disp. leg.	9	0,47	0,00	27,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	321907,27	4	80476,82	0,89	0,5418
Bloque	183625,01	2	91812,50	1,02	0,4385
Tratamiento	138282,26	2	69141,13	0,77	0,5219
Error	359956,09	4	89989,02		
Total	681863,36	8			

Anexo No. 20. Disponibilidad de malezas (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disp. malezas	9	0,77	0,55	22,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	71615,71	4	17903,93	3,42	0,1307
Bloque	33180,54	2	16590,27	3,16	0,1500
Tratamiento	38435,17	2	19217,58	3,67	0,1246
Error	20969,25	4	5242,31		
Total	92584,96	8			

Anexo No. 21. Peso de los animales al 4 de julio (kg)**Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso (kg)	18	0,96	0,95	3,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo	58546,90	3	19515,63	103,92	<0,0001	
Tratamiento	156,56	2	78,28	0,42	0,6670	
30-mar	53944,56	1	53944,56	287,26	<0,0001	1,19
Error	2629,10	14	187,79			
Total	61176,00	17				

Anexo No. 22. Peso de los animales al 22 de agosto (kg)**Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso (kg)	18	0,85	0,81	5,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo	50397,09	3	16799,03	25,60	<0,0001	
Tratamiento	960,65	2	480,32	0,73	0,4985	
30-mar	45804,98	1	45804,98	69,80	<0,0001	1,09
Error	9187,85	14	656,28			
Total	59584,94	17				

Anexo No. 23. Peso de los animales al 4 de octubre (kg)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso (kg)	18	0,69	0,62	7,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo	44332,97	3	14777,66	10,25	0,0008	
Tratamiento	172,44	2	86,22	0,06	0,9422	
30-mar	41362,63	1	41362,63	28,69	0,0001	1,04
Error	20187,03	14	1441,93			
Total	64520,00	17				

Anexo No. 24. Ganancias medias diarias (kg/animal/día)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GDM (kg/a/d)	18	0,09	0,00	22,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo	0,06	3	0,02	0,46	0,7134	
Tratamiento	0,04	2	0,02	0,54	0,5970	
30-mar	0,01	1	0,01	0,35	0,5643	6,2E-04
Error	0,58	14	0,04			
Total	0,64	17				