

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE TIPO DE MEZCLA FORRAJERA
SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL SEGUNDO
VERANO, TERCER OTOÑO

por

Rodrigo AIELLO SERRA
Kevin CARPENTER CALIGARIS
Joaquín CASH DURÁN

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2014

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha: 6 de agosto de 2014

Autores: -----

Rodrigo Aiello Serra

Kevin Carpenter Caligaris

Joaquín Cash Durán

AGRADECIMIENTOS

A nuestros tutores Ing. Agr. Ramiro Zannoniani, Ing. Agr. Pablo Boggiano, por el apoyo brindado y por hacer posible esta tesis.

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

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

A Sully Toledo, por su guía en los aspectos formales de la presentación de la tesis.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	4
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA MEZCLA.....	4
2.1.1. <i>Festuca arundinacea</i>	4
2.1.2. <i>Trifolium repens</i>	5
2.1.3. <i>Lotus corniculatus</i>	7
2.1.4. <i>Medicago sativa</i>	8
2.1.5. <i>Dactylis glomerata</i>	9
2.1.6. <i>Paspalum dilatatum</i>	10
2.1.7. <i>Paspalum notatum</i>	12
2.2. MEZCLAS FORRAJERAS.....	13
2.2.1. <u>Importancia de las mezclas en relación a cultivos puros</u>	14
2.2.2. <u>Mezclas simples, ultra-simples o complejas</u>	14
2.2.3. <u>Comportamiento de las mezclas</u>	15
	IV

2.3. EFECTOS DEL PASTOREO.....	16
2.3.1. <u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	17
2.3.1.1. Intensidad.....	17
2.3.1.2. Frecuencia.....	18
2.4. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UNA PASTURA.....	20
2.5. EL ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR Y SU IMPORTANCIA.....	21
2.5.1. <u>Proceso de formación del área foliar</u>	22
2.5.2. <u>Tasa de aparición foliar</u>	22
2.5.3. <u>Tasa de elongación foliar</u>	23
2.5.4. <u>Vida media foliar</u>	23
2.6. LOS FACTORES AMBIENTALES Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN, MORFOGÉNESIS Y CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LAS PASTURAS.....	24
2.6.1. <u>Temperatura</u>	24
2.6.2. <u>Agua</u>	24
2.6.3. <u>Nitrógeno</u>	25
2.6.4. <u>Calidad de la luz</u>	25
2.7. PRODUCCIÓN ANIMAL.....	26
2.7.1. <u>Consumo</u>	26
2.7.2. <u>Asignación de forraje</u>	28
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	30
3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES.....	30
3.1.1. <u>Lugar y período experimental</u>	30

3.1.2. <u>Información meteorológica</u>	30
3.1.3. <u>Descripción del sitio experimental</u>	30
3.1.4. <u>Antecedentes del área experimental</u>	31
3.1.5. <u>Tratamientos</u>	31
3.1.6. <u>Método de pastoreo</u>	32
3.1.7. <u>Diseño experimental</u>	32
3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	32
3.2.1. <u>Variables determinadas</u>	33
3.2.1.1 Disponibilidad y remanente de materia seca.....	33
3.2.1.2. Altura del disponible y del remanente.....	34
3.2.1.3. Producción de forraje.....	34
3.2.1.4. Materia seca desaparecida.....	34
3.2.1.5. Porcentaje de utilización.....	34
3.2.1.6. Composición botánica.....	34
3.2.1.7. Peso de los animales.....	34
3.2.1.8. Ganancia de peso diaria.....	35
3.2.1.9. Oferta de forraje.....	35
3.2.1.10. Producción de peso vivo.....	35
3.3. HIPÓTESIS.....	35
3.3.1. <u>Hipótesis biológica</u>	35
3.3.2. <u>Hipótesis estadística</u>	35
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	35
3.4.1. <u>Modelo estadístico</u>	36

4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	37
4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.....	37
4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE.....	39
4.2.1. <u>Forraje disponible</u>	39
4.2.1.1. Altura del disponible.....	41
4.2.2. <u>Forraje remanente</u>	43
4.2.2.1. Altura remanente.....	44
4.2.3. <u>Forraje desaparecido y utilización</u>	45
4.2.4. <u>Composición botánica</u>	47
4.2.5. <u>Producción de materia seca</u>	49
4.2.5.1. Tasa de crecimiento.....	49
4.2.5.2. Producción de forraje.....	50
4.3. PRODUCCIÓN ANIMAL.....	52
5. <u>CONCLUSIONES</u>	59
6. <u>RESUMEN</u>	62
7. <u>SUMMARY</u>	63
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	64

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Materia seca disponible en Kg/Ha de cada tratamiento.....	40
2. Altura del forraje al momento de ingreso al pastoreo para los distintos tratamientos.....	42
3. Remanente en Kg MS/Ha de cada tratamiento luego del pastoreo.....	43
4. Altura del forraje remanente luego del pastoreo para cada tratamiento.....	44
5. Kilogramos MS desaparecida para cada tratamiento.....	45
6. Composición botánica de los distintos tratamientos.....	47
7. Tasa de crecimiento en Kg MS/Ha/día para cada tratamiento.....	49
8. Crecimiento de la pastura durante todo el período de análisis, incluyendo los días de pastoreo.....	50
Figura No.	
1. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental.....	32
2. Registro de precipitaciones en período que comprende el experimento, comparado con el período histórico.....	37
3. Balance hídrico de los meses en los cuales corresponde al período experimental.....	38
4. Registro de temperaturas en período que comprende el experimento, comparado con el período histórico.....	39

5. Utilización de la pastura en % del disponible para cada tratamiento.....	46
6. Producción de pasturas sembradas, malezas y restos secos.....	51
7. Evolución en cuanto a ganancia de peso vivo promedio, así como también la ganancia diaria promedio por animal.....	52
8. Ganancias por animal promedio por estación de los distintos tratamientos.....	55
9. Producción de peso vivo por Ha.....	57
10. Ganancia diaria según oferta de forraje.....	58

1. INTRODUCCIÓN

Las pasturas sembradas han adquirido en el contexto actual un rol preponderante, la baja producción de forraje principalmente en la estación invernal bajo condiciones de campo natural provoca un bajo desempeño de las categorías bovinas en esta estación, influyendo en la ecuación económica del productor. La comunidad de especies que presentan algunos de los campos son predominantemente perennes estivales, esto junto a las altas cargas que manejan los productores en este período crítico, agrava más la situación, haciendo de las pasturas sembradas una opción para mitigar la escasez de forraje en cantidad y calidad a lo largo de todo el año.

Las pasturas constituyen la fuente de alimentación más económica para los rumiantes, por esto es fundamental potenciar su productividad y la eficiencia con que el forraje es cosechado por los animales y transformado en producto final (carne, leche y lana). El rol que juegan las pasturas en la alimentación de los rodeos es muy importante, por tal motivo los productores, asesores e investigadores deben entender a las pasturas como un ecosistema donde tienen lugar complejas interacciones entre todos sus componentes.

Las pasturas cultivadas suponen la destrucción total de la vegetación presente, la preparación de una buena sementera, el agregado de nutrientes y la siembra de mezclas forrajeras compuestas por gramíneas y leguminosas. Uno de los objetivos más importantes es lograr de ellas los máximos rendimientos de materia seca por hectárea explotando las ventajas y bondades que ofrecen ambas familias (Carámbula, 2004).

En Uruguay se presenta como limitación para lograr altos rendimientos de materia seca de elevado valor nutritivo, la variación estacional de los parámetros climáticos, que determinan que las condiciones ambientales no sean uniformes para el crecimiento de las plantas. Esto lleva a que en ciertos periodos del año, la producción de estas pasturas se vea limitada (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Desde el punto de vista agronómico, el concepto de persistencia en las pasturas involucra el criterio de constancia de rendimientos dentro de un equilibrio dinámico de balance entre las especies sembradas (gramíneas y leguminosas) y la vegetación residente. La falta de persistencia de las pasturas se presenta como un serio problema en los países del Cono Sur, así como también en gran parte del mundo (Carámbula, 2004).

No se debe olvidar que al sembrar la gran mayoría de las praderas, esta es realizada con especies templadas (tipo C3) en un ambiente que naturalmente favorece a las subtropicales (tipo C4) lo cual pronto lleva a un desbalance. De ahí la imperiosa necesidad de incluir en las mezclas forrajeras, gramíneas estivales (Carámbula, 2010).

Dichas especies se caracterizan por presentar alta capacidad fotosintética, reducida pérdida de agua, lo que lleva a que presenten una mayor tasa asimilatoria que las especies C3 en condiciones de altas intensidades lumínicas y altas temperaturas (Nelson y Cox, 2006).

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

Por estas razones es importante conocer el comportamiento de las diferentes mezclas, en cuanto a producción de forraje y complementariedad, conociendo el modelo básico del crecimiento y desarrollo, los procesos internos que los regulan y de qué manera son afectados por el medio ambiente, permitiendo así la elección en base a diferentes criterios de conveniencia. Sin estos conocimientos no se podrá lograr un incremento de materia seca, ni mucho menos de la producción animal.

1.1. OBJETIVO GENERAL

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

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- comparar la producción de forraje de las distintas mezclas durante su segundo verano y tercer otoño.

- evaluar la evolución en composición botánica y enmalezamiento en cada mezcla.
- comparar la variación en la producción de carne de las diferentes mezclas, en kg/animal y kg PV/ha.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA MEZCLA

2.1.1. *Festuca arundinacea*

Se trata de una gramínea perenne invernal, de hábito de crecimiento cespitoso a rizomatoso. Presenta un buen crecimiento en lugares húmedos y a su vez tiene una buena resistencia a la sequía. Se adapta a un amplio rango de suelos, prosperando en suelos medios a pesados, tolera suelos ácidos y alcalinos. Por las características que presenta es una de las gramíneas perennes más utilizadas en las pasturas de la región cubriendo los requerimientos de forraje (Langer, 1981).

Así mismo, el cultivar Estanzuela Tacuabé guarda por su agresividad, una relación adecuada en sus mezclas con trébol blanco, ya que la disposición de sus hojas relativamente erectas le permite coexistir con especies como la nombrada anteriormente, formando en especial con ésta una mezcla muy valiosa, una persistencia productiva muy destacable, atributos que permiten definir a este cultivo como de gran interés. Sin embargo, existen algunos caracteres negativos que, en general, no han podido ser totalmente resueltos. Así la implantación es lenta, dado a que sus plantas presentan un bajo vigor. Este lento establecimiento de la festuca se debería a la baja movilización de las reservas de la semilla y en consecuencia el bajo crecimiento de la raíz (Carámbula, 2010).

Un aspecto fundamental que se debe cubrir sin excepciones y que determina el éxito o fracaso de esta especie como componente de las pasturas sembradas, es aplicar el manejo adecuado tanto de fertilización como de defoliación. Por ello la festuca necesita de un suministro constante de nitrógeno, ya sea a partir de fertilizantes nitrogenados o mediante la siembra de leguminosas asociadas.

En cuanto al manejo de la defoliación, la festuca admite defoliaciones intensas y relativamente frecuentes debido no solo a que las sustancias de reserva se encuentran en las raíces y rizomas pequeños, si no que luego de la defoliación presentan áreas foliares remanentes altas (McKee et al., 1967).

No obstante, la falta de latencia estival y la falta de órganos apropiados para acumular grandes volúmenes de reserva, pueden hacer peligrar la

productividad y la persistencia de esta especie bajo regímenes de manejo excesivamente intensivos.

Por ello, se debe insistir que la persistencia de la festuca depende fundamentalmente del desarrollo de un buen sistema radicular desde fines de invierno y primavera, lo que le permite explotar volúmenes importantes de suelo en las épocas de sequía (Carámbula, 2010).

La festuca es una planta esencialmente de pastoreo que debe ser utilizada de tal manera que no crezca mucho ni que se endurezca o madure, ya que si pierde terneza, pierde digestibilidad y apetecibilidad y por lo tanto el animal lo rechaza. En este sentido, la festuca exige un manejo estricto, de lo contrario se transforma en un forraje tosco y despreciable (Carámbula, 2010).

Existen en el mercado materiales de origen mediterráneo y de origen continental. La principal diferencia se centra en que los materiales mediterráneos al ser de origen africano, presentan semilatencia estival. El cultivar Tacuabé es de origen continental, por lo tanto no presenta semilatencia estival y mantiene vivos sus macollos durante el verano.

En cuanto a su producción esta es de 7770 kg/ha MS el primer año, 9622 kg/ha MS el segundo año y de 6207 kg/ha MS el tercer año según evaluaciones de INIA e INASE (2010).

2.1.2. *Trifolium repens*

Es una leguminosa perenne estolonífera de ciclo invernal, aunque su mayor producción se da en primavera bajando drásticamente su producción al verano. Puede comportarse como anual, bienal o de vida corta, dependiendo de las condiciones del verano ya que es muy sensible a la sequía (Carámbula, 2007).

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

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

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

Entre los caracteres que hacen del trébol blanco una de las especies más importantes para utilizar en las pasturas, lo son su elevado valor nutritivo y su habilidad para fijar cantidades muy apreciables de nitrógeno (Carámbula, 2010). Según Veribona (2006), el trébol blanco beneficia la ganadería intensiva de varias maneras, entre ellas, el valor de las 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.

Sin embargo, según Bretschinder (2008) 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.

La presencia de la gramínea no solo puede ser más eficiente para reducir el riesgo de meteorismo, sino que a la vez éstas aprovecharán mejor el nitrógeno (Carámbula, 2010).

La máxima tasa de crecimiento se da en primavera llegando a 43 kg/ha/día MS (Díaz et al., 1996).

La producción según la evaluación INIA e INASE (2010) para el primer año es 6037 kg/ha MS y para el segundo 6700 kg/ha MS.

2.1.3. Lotus corniculatus

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

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

Algunas de las limitantes es el lento crecimiento de sus plántulas y su difícil establecimiento, lo que quiere decir que no compite satisfactoriamente con plántulas de crecimiento rápido, ya sean cereales, forrajeras o malezas y el bajo vigor de sus plántulas origina un establecimiento del cultivo pobre, además de la susceptibilidad que presenta al mal manejo del pastoreo. Y en cuanto a la producción de semillas es afectada por la maduración despereja de las vainas y el proceso generalizado de desgrane de las mismas (Carámbula, 2010). Otra de las debilidades es la alta susceptibilidad a enfermedades de raíz y corona dado por *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani* (Altier, 1997).

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

En el Uruguay el cultivar San Gabriel se caracteriza por presentar una capacidad continua de producción de forraje durante todo el año. El periodo invernal de menor potencial de producción de forraje probablemente se explique parcialmente por la ocurrencia de temperaturas infra-óptimas para la

fotosíntesis neta y no por activación de mecanismos de latencia (Formoso, 1993).

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

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

2.1.4. Medicago sativa

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

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

El pH del suelo es un factor muy importante que afecta el crecimiento de esta especie, afectando de forma directa la fijación simbiótica de N₂ y la disponibilidad de elementos esenciales. Potasio, fósforo, azufre y boro son los más comunes nutrientes limitantes en la producción de alfalfa aunque pueden ocurrir otras deficiencias en determinados suelos (Barnes y Sheaffer, 1995).

La alfalfa tiene un mejor comportamiento frente a un régimen de cortes poco frecuentes, de esta forma puede realizar una mejor gestión de los nutrientes dentro de la planta entre defoliaciones para asegurar buenos rendimientos y persistencia de la planta. Las reservas de nitrógeno en la raíz de la planta son determinantes de la velocidad de crecimiento luego de la

defoliación, basándose el nuevo crecimiento en el pool de proteínas de almacenamiento vegetativo (Barber et al., citados por Frame, 1996).

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

La utilización de alfalfa en mezclas con festuca, dactylis o cebadilla es una tecnología ampliamente aceptada y difundida entre los productores argentinos desde hace muchos años. Dicha asociación tiene ventajas desde el punto de vista del enmalezamiento y el riesgo de meteorismo (Formoso, 2000).

Como se mencionó anteriormente, los cultivares de alfalfa difieren en su capacidad de producción en invierno (latencia invernal), siendo éste un carácter de grados y no una condición absoluta. Los cultivares se agrupan en tres categorías de latencia (de mayor a menor detención del crecimiento en invierno: con latencia; latencia Intermedia y sin latencia). La latencia invernal, constituye una adaptación de la especie para sobrevivir a la condición adversa del invierno, lo que es de mayor importancia en zonas climáticas con inviernos más rigurosos que los nuestros.

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

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

2.1.5. *Dactylis glomerata*

Es una gramínea perenne invernal, cespitosa con macollos comprimidos lateralmente, conocido también como pasto ovillo y pasto azul, las hojas son glabras de color verde azulado, presenta una nervadura central marcada, no presentan aurículas, con lígula blanca y visible (Langer, 1981)

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

Se trata de una especie moderadamente resistente a los fríos, y que produce bien aun con temperaturas elevadas, siempre que disponga de humedad suficiente. El crecimiento inicial es más vigoroso que el de festuca, pero menor que el de raigrás perenne, produciendo un aumento rápido en el número de macollas, lo que favorece una buena implantación y generalmente un mayor rendimiento que festuca en el año de siembra.

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

Las sustancias de reserva de estas especies se encuentran ubicadas en las bases de las macollas y en las vainas de las hojas. Este carácter lo distingue de festuca, ya que en esta especie dichas sustancias se encuentran en tubérculos y rizomas fuera del alcance del animal. Por consiguiente, esta forrajera acepta defoliaciones frecuentes pero no intensas, ya que de lo contrario los animales afectarían a las plantas, al consumir directamente las sustancias de reserva. A pesar de que luego de pastoreos racionales las plantas pueden presentar áreas foliares remanentes aceptables, una utilización exagerada puede resultar fatal para las mismas.

Según la evaluación de cultivares del 2011, el cultivar INIA Perseo, registró producciones para su primer y segundo año de vida de 6100 y 9100 kg MS/ha respectivamente, para siembras de 2009, 2010 y 2011 (INASE, 2012).

2.1.6. *Paspalum dilatatum*

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

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

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

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

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

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

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

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

2.1.7. *Paspalum notatum*

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

La temperatura óptima de crecimiento es en el entorno a los 25 °C (Thom, citado por Abud et al., 2011). Presenta una gran tolerancia a un amplio tipo de suelos, se adapta muy bien a suelos livianos de baja fertilidad y alta saturación de aluminio debido a su sistema radicular profundo. Debido a sus tallos rastreros densamente radiculados con raíces largas y fibrosas, forman pasturas densas y firmes, aún en suelos arenosos y secos (Skerman y Riveros, 1992).

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

Presenta dormancia durante las estaciones con bajos regímenes de temperatura (otoño e invierno) momento en el cual detienen totalmente el crecimiento, iniciando el rebrote en la primavera (Saibro, 1980). Sus estolones protegidos por las vainas de las hojas responden a las temperaturas emitiendo hojas temprano en la primavera (Maraschin, 2001). Se adapta y crece muy bien en suelos bien drenados, tolerando periodos cortos de anegamiento. Tolerancia a las secas debido a su profundo sistema radicular (Saibro, 1980).

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

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

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

2.2. MEZCLAS FORRAJERAS

Una mezcla forrajera es una población artificial formada por varias especies con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas. Como resultado de esta asociación artificial de especies y de los atributos de cada una de ellas en particular, se produce un complejo de interferencias que puede conducir a alguno de los siguientes resultados: mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio y por ultimo falta total de interferencia (Carámbula, 2010).

Según Santiñaque (1979), independientemente de la cercanía entre las especies, si el contenido de agua, nutrientes, luz y calor superan las necesidades de ambas, no se generará competencia o como lo menciona más arriba Carámbula (2010), la falta total de interferencia. Basta con que uno de estos factores se encuentre por debajo de las necesidades de ambas para que se inicie la competencia y se dé el tipo de interferencia denominado mutua depresión o la depresión de una de las especie en beneficio de otra.

Según Correa Urquiza (2003) al momento de la elección de especies a incluir en la mezcla, se deben tener en cuenta la adaptación edáfica de la especie, zona edáfica donde se va a sembrar, el destino del recurso, la duración de la pradera y momento de aprovechamiento y el sistema de producción.

Al momento de instalar una pastura el propósito es lograr una mezcla mixta bien balanceada, de gramíneas y leguminosas, para lo cual generalmente se acepta que debería estar compuesta por 60%-70% de gramíneas, 20-30% de leguminosas y no más de un 10% de malezas.

Las gramíneas como columna vertebral aportan: productividad sostenida por muchos años, adaptación a gran variedad de suelos, facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuadas, explotación total del nitrógeno simbiótico, estabilidad en la pastura (en especial si son perennes), baja sensibilidad al pastoreo y corte, baja susceptibilidad a enfermedades y plagas y baja vulnerabilidad a la invasión de malezas. Mientras que las leguminosas se ofrecen como: dadoras de nitrógeno a las gramíneas (principalmente a partir del segundo año), poseedoras de alto valor nutritivo para completar la dieta animal y promotoras de fertilidad en suelos naturalmente pobres así como cansados y degradados por un mal manejo (Carámbula, 2010).

2.2.1. Importancia de las mezclas en relación a los cultivos puros

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

Hay otros autores que sostienen que no existen evidencias de que las mezclas sean ventajosas para alcanzar mejores rendimientos que los mismos cultivos puros (Donald, citado por Fariña y Saravia, 2010). Otros 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 (Jones 1986, Rhodes 1969, Harris y Lazenby 1974). También hay ciertos autores como Van der Bergh, citado por Fariña y Saravia (2010), mencionan 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 estos se superpongan lo menos posible, con lo que se minimiza la competencia entre ambos componentes de la mezcla.

2.2.2. Mezclas simples, ultra-simples o complejas

Las mezclas ultra-simples están formadas por una gramínea y una leguminosa, ambas de ciclo invernal o estival, se puede citar como ejemplo; festuca-trébol blanco (invernales) o paspalum-lotus (estivales).

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

Las mezclas complejas, las cuales pueden ser de ciclos similares (varias gramíneas y leguminosas del mismo ciclo o de ciclos complementarios (dos gramíneas y dos leguminosas de ciclo diferente. Existiendo como ejemplo para el primer caso, festuca-phalaris-trébol blanco y trébol rojo. Para el segundo lotus-paspalum-festuca y trébol blanco. Se las clasifica como mezclas de difícil establecimiento y manejo. Langer (1981) plantea que es virtualmente imposible proveerle condiciones de establecimiento y manejos óptimos para todas las especies, provocando que algunas desaparezcan pronto.

El principal propósito al momento de constituir una mezcla, es que cada componente de la misma aporte lo máximo en términos de materia seca. A través del conocimiento del comportamiento de los distintos cultivares es posible, determinar teóricamente cual será el ciclo previsible. Este último es generalmente alcanzado en mezclas simples o ultra simples, pero dudoso en mezclas complejas (Carámbula, 2010).

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

2.2.3. Comportamiento de las mezclas

En relación al balance entre las especies que componen las mezclas, es muy difícil que haya un equilibrio perfecto entre las mismas, como es sabido desde la implantación hay un desequilibrio a favor de la fracción leguminosa ya que es más fácil por su morfofisiología y por la fertilización fosfatada a la siembra se favorezcan a estas especies que componen la mezcla.

Este tipo de desbalance se acentúa en suelos pobres y degradados debido a que como se menciona líneas arriba la fertilización fosfatada junto con la deficiencia de nitrógeno conducen a una mala implantación de las gramíneas (Carámbula, 1991).

Esta superioridad de las leguminosas va a generar ventajas y desventajas desde el punto de vista productivo. Tomando en cuenta el desempeño animal vale destacar que la misma mejora, pero desde el punto de vista de la persistencia disminuye, ya que una vez que aumenta el nivel de nitrógeno en el suelo producto de la fijación simbiótica y aumenten los espacios descubiertos producto de la muerte de plantas, las especies que colonizaran dichos espacios van a ser aquellas que sean más eficientes en el uso del nitrógeno del suelo y más adaptadas pero menos productivas, que con el tiempo terminan dominando las praderas.

En situaciones como las praderas mezclas de alfalfa junto a otras gramíneas perennes es muy común que debido a las características de la primera y medidas de manejo, durante los primeros dos años, la alfalfa sea la que domine la mezcla, pero a medida que se incrementa el nivel de nitrógeno en

el suelo los espacios libres comienzan a ser ocupados por gramíneas (Formoso, 2000).

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

2.3. EFECTOS DEL PASTOREO

Al realizar una pradera con el objetivo de mejorar el sistema de producción buscando optimizar el desempeño animal, hay que tener en cuenta que se están manejando dos sistemas biológicos, por un lado las pasturas donde el objetivo principal de estas es maximizar su producción tanto en cantidad como en calidad así como también su persistencia. Por otro lado los animales, en el que se busca un alto desempeño, para ello es necesario que consuman las cantidades que satisfagan sus necesidades de mantenimiento y a su vez con las que el productor pretende de éstos. Para ello es necesaria la producción en cantidad y calidad de la pastura y su máxima utilización por parte de los animales. 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, favoreciendo a la vez el mejor comportamiento animal (Carámbula, 2004). Un buen manejo no significa que se deban aplicar las mismas técnicas todo el año sino que se deben tener en cuenta las variaciones climáticas y los cambios morfo-fisiológicos de las especies (Carámbula, 1991).

Hay factores en los que no se puede inferir, como lo son las variaciones climáticas que provocan cambios en la producción de las pasturas. En cambio hay otras en las que sí, como lo es el manejo del pastoreo; las dos medidas que lo determinan son: la frecuencia y la intensidad. Al respecto Matthew et al., citados por Garduño Velázquez et al. (2009) mencionan que la producción de forraje en las praderas se puede incrementar, mediante el manejo eficiente de diferentes estrategias de defoliación, al reducir o incrementar la frecuencia e intensidad de pastoreo, para favorecer la tasa de rebrote en las plantas y disminuir las pérdidas por muerte y descomposición del forraje. A su vez otras características producto de la interacción son la uniformidad y el momento. La primera se puede observar desde dos puntos de vista, desde la

planta como unidad, describe la remoción de diferentes partes de la planta y del punto de vista de la comunidad de plantas que implica la defoliación de especies en particular (Harris y Thomas, 1973). A su vez el momento de pastoreo hace referencia al ingreso de los animales a la pastura, para ello deben tomarse en cuenta parámetros como la altura de la misma para definir el ingreso y la duración entre pastoreos va a estar influenciada por las tasas de crecimiento de las pasturas y estas por la estación del año.

2.3.1. Parámetros que definen el pastoreo

2.3.1.1. Intensidad

La intensidad hace referencia principalmente a la altura en la cual se encuentra la pastura al retirar los animales que están pastoreando. Vale destacar que una mayor intensidad, es decir, una altura del remanente menor hace referencia a una mayor utilización y esto se vincula con lo mencionado en párrafos anteriores, es fundamental que la utilización sea alta ya que hace referencia a una mayor cantidad de tejido consumido en relación a lo producido. Con esto se podría decir que es una medida de eficiencia. Así como es importante que las utilidades sean lo más altas posibles, también cabe mencionar que la intensidad condiciona directamente factores como el rebrote e indirectamente el tiempo que va a ser necesario para que esa pastura alcance una altura que permita el reingreso de los animales.

El rebrote va a estar condicionado por las reservas de carbohidratos de la planta y la fotosíntesis del tejido remanente, para ello es necesario que el manejo del pastoreo permita que las plantas mantengan un nivel de reservas adecuado y a su vez que el remanente sea fotosintéticamente eficiente (Carámbula, 2004). Para ello según Carámbula (2008), cada especie posee una altura mínima a la cual puede dejarse el remanente sin que el crecimiento posterior sea afectado negativamente. Las especies postradas admiten alturas menores de defoliación que las erectas, aunque estas últimas pueden adaptarse adquiriendo arquitecturas más rastreras como respuesta a un manejo intenso.

Langer (1981) sugiere que para obtener el rendimiento máximo es más importante someter a la pastura a un pastoreo intenso dejando un mínimo de remanente, y preservando al mismo tiempo un intervalo prolongado entre períodos de pastoreo. Esto se debe a varios factores, como: el remanente consiste en material vegetal más viejo de menor eficiencia fotosintética, y parte del material senesce antes del siguiente corte; el material vegetal muerto o senescente del remanente intercepta inútilmente energía luminosa y sombrea las hojas verdes, de manera que se reduce la tasa de rebrote; la iniciación de

macollos también se enlentece mediante este sombreado. Como se puede apreciar en los dos párrafos anteriores las medidas de manejo que plantean los dos autores parecen contraponerse, sin embargo, pueden ser que los criterios de manejos planteados por dichos autores sean distintos. Carámbula (2010), no sólo toma en cuenta la obtención de producciones elevadas sino que también tiene en cuenta las diferencias morfofisiológicas de las especies que deben ser manejadas de distinta manera para optimizar su producción y favorecer a una recuperación más rápida de la pastura. De otra manera Langer (1981), considera que las máximas producciones se obtienen con intensidades elevadas teniendo en cuenta periodos prolongados para la recuperación de la pastura. Sin tener en cuenta las diferencias morfofisiológicas de las especies.

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

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

Para evitar inconvenientes y como recomendación general, las especies postradas pueden ser pastoreadas en promedio hasta 2,5cm y las erectas entre 5 y 7,5 cm. De no operarse así, se pueden causar daños irreparables (Carámbula 2004, Agustoni et al. 2008, Foglino y Fernández 2009).

2.3.1.2. Frecuencia

La frecuencia de pastoreo se puede definir como el periodo de tiempo que ocurre entre dos pastoreos sucesivos y es otra de las herramientas que se dispone para el manejo de las pasturas.

La frecuencia de utilización depende de cada especie en particular o de la composición de la pastura y de la época del año en que ella se realice, el elemento que determinará la longitud del período de crecimiento será la

velocidad de la pastura en alcanzar el volumen adecuado de forraje, aspecto que será demostrado en teoría por el IAF óptimo (Carámbula, 2008).

El manejo de la frecuencia va a incidir en el nivel de reservas de carbohidratos y estas son de fundamental importancia para la sobrevivencia de las plantas, por ello Formoso (1996), plantea que la frecuencia no solo tiene impacto sobre el comportamiento en la misma estación, también sobre la o las estaciones posteriores.

Los pastoreos muy frecuentes determinan una disminución del nivel de reservas y el peso de las raíces, lo que origina menor producción de forraje y rebrotes más lentos. Disminuciones marcadas de las reservas conllevan al debilitamiento de la planta, a mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades y a la muerte (Formoso, 2000).

El mayor rendimiento relativo de las pasturas sometidas a periodos prolongados de descanso, comparado con pasturas sometidas a periodos de descanso cortos o a un pastoreo continuo se debe a que las plantas tienen la oportunidad de reaprovisionar sus reservas en el primero de los manejos (Langer, 1981).

Como se plantea en los párrafos anteriores el manejo óptimo en relación a la frecuencia de pastoreo es aquel que permita que el intervalo entre los dos pastoreos sea el adecuado para que la planta acumule reservas, ya que en caso de que el período sea más corto que el necesario se verán disminuidas las reservas de las plantas. A su vez, si el período entre dos pastoreos es demasiado extenso también se va a perjudicar la planta, no tanto la persistencia sino más aun la calidad del forraje, debido a un aumento en la tasa de senescencia por la muerte de tejidos, producto de que los órganos tienen una vida útil y a su vez también porque aumenta la senescencia, por efecto del sombreado debido a la acumulación de forraje en estratos superiores. Todo esto va a repercutir en la performance animal.

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

Lemaire y Chapman, citados por Mathew et al. (2000), determinaron que el recambio de hojas es una de las claves en la dinámica de pasturas que están siendo defoliadas. Cuando las defoliaciones son poco frecuentes, la lenta

generación de hojas nuevas podría llegar a ser un factor positivo porque se generarían hojas más largas y se reducirían las pérdidas de nutrientes a través del material senescente.

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

2.4. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UNA PASTURA

Continuamente se habla de la pastura, su producción, el manejo de la misma, entre otros parámetros productivos, pero es de radical importancia conocer cuáles son aquellos órganos de las plantas que contribuyen a la producción de la misma y que hacen al rendimiento.

El rendimiento de una pastura puede ser considerado como proveniente de dos fuentes principales: a) el número de macollos y tallos por área de pastura y b) el peso individual de cada macolla. El primer factor es válido para un momento dado ya que con el paso del tiempo esto va variando debido al estado de dinamismo que presentan las pasturas provocado por la velocidad de aparición y muerte de los órganos foliares. En relación al peso de las macollas aumenta a medida que se desarrollan hojas nuevas durante el ciclo vegetativo y luego cuando la planta inicia su ciclo reproductivo, éstas aumentan su tamaño hasta la maduración de la semilla (Carámbula, 2010).

Durante el estado vegetativo tiene más peso en el rendimiento de las pasturas el número de macollas y tallos por área, ya que predomina el proceso de formación de estos órganos, sin embargo, cuando la pastura se encuentra en estado reproductivo, el peso de las plantas esta correlacionado con el peso de las macollas reproductivas, ya que estas poseen tasas de crecimiento más altas que las de las macollas vegetativas. Por ello, cuanto más tallos o macollas fértiles posea un cultivar, más elevado será su rendimiento (Knight, citado por Carámbula, 2010).

Uno de los factores que pueden modificar el rendimiento de las pasturas es el pastoreo, ya que es conocido el efecto del mismo sobre la ruptura de la dominancia apical, favoreciendo el crecimiento de las yemas axilares, como resultado de esto van a generar un mayor número de macollas por área y durante el estado vegetativo este componente contribuye en mayor medida al rendimiento que el peso individual de las macollas.

2.5. EL ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR Y SU IMPORTANCIA

El IAF es la relación entre el área de hojas y el área cubierta de suelo por ellas, y es una medida de densidad de hojas en una pastura (Watson, citado por Carámbula, 1977).

También es una medida de eficiencia en el uso de la radiación incidente ya que a mayor densidad de hojas va a haber una mayor radiación incidente que va a estar siendo interceptada por la misma. Esto es de fundamental importancia para la productividad de la pastura.

El IAF óptimo de una pastura se alcanza cuando el crecimiento es máximo y a partir del cual comienza el decrecimiento (Brown y Blaser, citados por Carámbula, 1977). Este decrecimiento ocurre a partir de descomposición y pérdida.

Las distintas especies forrajeras debido a que su morfología varía, van a generar una arquitectura del canopeo diferente y esto va a provocar que para distintas especies el valor del IAF óptimo no sea el mismo. Es decir en general las gramíneas perennes al tener hojas de porte más erecto que las leguminosas van a necesitar mayor cantidad de hojas para poder alcanzar el 95 % de intercepción de la luz incidente. Haciendo uso del índice las gramíneas lograrían el IAF óptimo con valores que oscilan entre el 6 y el 9, mientras que las leguminosas templadas lo harán a un rango de IAF de 2,5 a 4 (Pearson e Ison, citados por Carlevaro y Carrizo, 2004). También vale destacar otra diferencia que va a generar esta característica morfológica de las especies mencionadas, ya que las gramíneas deberán acumular mayor cantidad de forraje que las leguminosas para poder alcanzar el IAF óptimo y la distribución de la luz a lo largo de los distintos estratos va encontrarse mejor distribuida también en las gramíneas respecto a las leguminosas ya que las leguminosas al poseer hojas planófilas ocupan mayor espacio por hoja y sombream más los estratos inferiores.

A igual área foliar remanente, debido a la disposición de sus hojas, las leguminosas (trébol blanco) interceptan más luz que las gramíneas (festuca) y en consecuencia se recuperan más fácilmente. Las gramíneas erectas tienen, por tanto, mayor producción con más tiempo de descanso (manejos aliviados) que las leguminosas y especies postradas. No solo es importante la cantidad remanente de hojas, sino también la eficiencia de las mismas, es decir, el tipo y su estado (Carámbula, 1977).

En el párrafo anterior se menciona una característica de ambas especies que según el criterio de manejo del pastoreo se podrá favorecer a una u otra. El trébol blanco por ejemplo, al ser una leguminosa, ya de por sí va a necesitar menor cantidad de hojas para alcanzar el IAF óptimo que las gramíneas como la festuca, a su vez en relación al pastoreo cuando se pastorea a intensidades mayores el trébol blanco se ve favorecido ya que el remanente está compuesto generalmente por hojas nuevas de alta eficiencia fotosintética, al contrario de lo que ocurre con la gramínea mencionada, a mayor intensidad de pastoreo, la composición del remanente va a estar dado en mayor grado por vainas de hojas de pésima calidad fotosintética, es decir, frente a un manejo de pastoreo vamos a estar favoreciendo a una especie y perjudicando a otra.

2.5.1. Proceso de formación del área foliar

En este proceso se pueden distinguir tres características que hacen a la formación de dicha área: la tasa de aparición foliar, la tasa de elongación foliar y la vida media foliar.

2.5.2. Tasa de aparición foliar

Es el intervalo entre la aparición de dos hojas sucesivas en un macollo. Dicho intervalo puede ser expresado en días. Sin embargo, debido a la estrecha relación con la temperatura puede ser calculado como suma térmica (producto del intervalo en días, por la temperatura media diaria del intervalo). En este caso, se denomina filocrón y su unidad es grados día, siendo el inverso de la tasa de aparición de hojas (Chapman y Lemaire 1993, Skinner y Nelson 1995, Agnusdei y Lemaire 2000). Según Lemaire (1985) la *Festuca arundinacea* presenta un valor de filocrón de 230 °C día, reportando un valor similar Agnusdei et al. (1998) de 204 °C día.

La tasa de aparición de hojas constituye un parámetro de gran importancia puesto que al influir directamente sobre el peso de las macollas lo hace también sobre la tasa de macollaje (número de macollas por área), (Carámbula, 2010). Al respecto, Langer, citado por Carámbula (2010) sostiene que cuantas más hojas se produzcan mayor será la cantidad de yemas axilares presentes, y por lo tanto registrara un mayor número de macollas, mediante un proceso eficiente de macollaje.

La tasa de aparición de hojas y de mortandad de las mismas generalmente es igual, esto va a generar que la cantidad de hojas vivas generalmente se mantenga constante y sea una característica intrínseca de cada especie. Sin embargo según las condiciones ambientales esto puede variar

según Ryle, citado por Carámbula (2010) el número de hojas vivas en una macolla varía entre 3 y 6 dependiendo de la especie y las condiciones ambientales.

En relación al ambiente vale destacar que en primavera y otoño por las condiciones ambientales favorables se dan tasas de aparición y muerte de hojas mayores que en el resto de las estaciones. Sin embargo según Carámbula (2010) el número de hojas vivas puede aumentar en dichas estaciones ya que la tasa de aparición supera a la tasa de muerte de hojas.

2.5.3. Tasa de elongación foliar

La elongación foliar es también un factor de importancia en la contribución al rendimiento de las pasturas, principalmente va a contribuir al peso de las macollas. En relación a las hojas que componen una macolla cabe mencionar que las hojas sucesivas se hacen progresivamente más largas (Carámbula, 2010). Cuando la pastura ingresa en el estado reproductivo y con ello el alargamiento de entre nudos, las láminas se vuelven más cortas, a pesar de que las vainas continúan creciendo y acompañan el alargamiento de los entrenudos del tallo. Como consecuencia de ello el área total de cada hoja (vaina + lámina) aumenta hasta la aparición de la inflorescencia (Borrill, citado por Jewis, 1966).

En relación al ancho y el largo de la hoja y cual de ambos componentes contribuyen en mayor medida al rendimiento de la pastura, Fernández Grecco, citado por Carámbula (2010), señala que el ancho es un factor que ha sido poco estudiado y Nelson y Sleeper, citados por Carámbula (2010) señalan que el ancho es dos veces menos importante a la contribución relativa del crecimiento de las hojas que el alargamiento de ellas.

2.5.4. Vida media foliar

Es el intervalo transcurrido entre la aparición de una hoja y el comienzo de la senescencia. Puede ser expresada como número de intervalos de aparición de hojas. Las hojas tienen una vida limitada, en el que luego de crecer, comienza la etapa de senescencia y muere, siendo ésta una característica relativamente estable para cada genotipo (Vine 1983, Chapman y Lemaire 1993, Agnusdei y Lemaire 2000).

2.6. LOS FACTORES AMBIENTALES Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN, MORFOGÉNESIS Y CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA PASTURA

El crecimiento y el desarrollo de las plantas están controlados por las condiciones ambientales. A lo largo de la revisión se han ido mencionando alguno de los factores ambientales y su efecto con alguna de las características que hacen a la producción. Aquí se tratarán de ordenar los principales factores y su efecto en la producción de una manera ordenada. Los factores se pueden clasificar en no controlables y controlables. Siendo para el primer caso temperatura y humedad y para el segundo, agua, nitrógeno y calidad de la luz (Azanza et al., citados por Abud et al., 2011).

2.6.1. Temperatura

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

La temperatura actúa principalmente sobre la tasa de aparición foliar, la tasa de elongación foliar y senescencia foliar (Chapman y Lemaire, citados por Abud et al., 2011).

La velocidad del proceso de morfogénesis depende de la temperatura, y existe un umbral por encima del cual la planta responde desarrollándose y/o creciendo. La tasa de elongación foliar, al igual que la tasa de aparición foliar, aumentan con la temperatura (Colabelli et al., citados por Abud et al., 2011).

2.6.2. Agua

Las plantas frente a condiciones de stress hídrico ya sea por situaciones de déficit o exceso detienen su crecimiento y en caso de condiciones severas, pueden presentar enfermedades y morir.

A su vez las plantas presentan adaptaciones morfológicas en las que frente a situaciones de déficit hídricas, les permiten disminuir las pérdidas de agua y mejorar el consumo de agua. El déficit hídrico afecta negativamente la expansión foliar. En condiciones de deficiencia hídrica, se ha encontrado además una reducción de la tasa de macollaje y del número de hojas vivas por macollo, y un paralelo incremento de los procesos de senescencia de hojas y

macollos (Turner y Begg, citados por Abud et al., 2011). Esto va a provocar una menor producción de la pastura mientras dure el periodo de stress.

2.6.3. Nitrógeno

El nitrógeno es un nutriente esencial y sin duda de fundamental importancia en el proceso de formación de hojas. Sin embargo, según Wilman y Wright, citados por Abud et al. (2011), el efecto del nitrógeno sobre la tasa de aparición de hojas, no muestra efectos significativos para gramíneas forrajeras adaptadas a regiones templado-húmeda. Esta relativa independencia podría ser explicada en función de que la translocación y utilización de asimilatos es prioritaria para la producción de hojas en comparación con otros órganos de la planta. Sin embargo, en situaciones de carencias marcadas de este mineral, puede manifestarse un efecto positivo significativo (Marino, citado por Colabelli et al., 1998).

Algunos autores también sostienen que la falta de este nutriente, puede afectar el número de hojas vivas por macollo, debido principalmente a que frente a la falta de nitrógeno aumenta la senescencia de ciertos tejidos y, por lo tanto aumenta la translocación hacia órganos prioritarios (Thomas y Stodart, citados por Abud et al., 2011).

La elongación foliar es la actividad meristemática que demanda mayores elementos minerales y su disponibilidad depende del consumo por parte del suelo o de la translocación de los tejidos senescentes. La tasa de elongación foliar en gramíneas forrajeras es el componente más importante en la determinación del crecimiento aéreo y en comparación con los demás componentes del crecimiento es la que mayor sensibilidad muestra a diferentes niveles de nutrición con nitrógeno (Gastal y Lemaire, citados por Abud et al., 2011).

2.6.4. Calidad de la luz

La cantidad de área foliar que haya en un momento dado va a afectar la calidad de la luz que llega a los distintos tejidos que forman dicha pastura. El ambiente lumínico de una cubierta vegetal es normalmente heterogéneo. La parte superior del mismo recibe la totalidad de la luz incidente, disminuyendo con la profundidad dentro de los estratos foliares (Colabelli et al., citados por Abud et al., 2011).

La banda fotosintéticamente activa de la luz (PAR) va de los 400 a los 700 nm de longitud de onda, y es denominada luz visible. Dado que las

longitudes de onda roja y azul de la PAR son absorbidas preferencialmente por los pigmentos fotosintéticos, las mismas resultan poco transmitidas y reflejadas a los estratos inferiores del canopeo. Así, la cantidad y la calidad de la radiación solar se reducen y modifican drásticamente desde la parte superior a la parte inferior de un canopeo denso. En este sentido, es esperable que en general los canopeos bajos y abiertos presenten un ambiente lumínico más homogéneo y más ricos que aquellos (De Las Rivas, 2000).

Una baja cantidad de luz y una baja relación R: RL provocan tres respuestas principales en las plantas: un aumento en la asignación de recursos a la parte aérea (tallo/raíz alta.), un alargamiento de los órganos ya existentes y una reducción del macollaje (Deregibus et al., 1985). Por lo tanto cuando una pastura genera una acumulación excesiva de material y se genera un ambiente sombreado, la estructura se caracteriza por una baja densidad de macollos de tamaño grande respecto al de pasturas mantenidas en un ambiente bien iluminado (Colabelli et al., 1998).

2.7. PRODUCCIÓN ANIMAL

2.7.1. Consumo

La cantidad de alimento consumido es el principal componente para maximizar la producción animal. La productividad de un animal, dada cierta dieta, depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir, y en menor medida de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes (Waldo, citado por Chilbroste, 1998).

El consumo de forraje, está determinado por distintos factores. 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, son aquellos que se relacionan con la habilidad del animal para cosechar el forraje. De esta manera, los factores más importantes serían la estructura de la pastura y el comportamiento de los animales en la pastura y selección.

De esta forma, el consumo está determinado por la cantidad de bocados que el animal hace por día, y por el tamaño de bocado (De León, 2007).

Allden y Whittaker, citados por Montossi et al. (1996) definieron que la cantidad de forraje consumido diariamente es el producto del tiempo

empleado en pastoreo y la tasa de consumo durante el pastoreo, indicando la siguiente ecuación:

$$C = TP \times TB \times CB,$$

donde C es el consumo diario de forraje por animal (mg MO/kg PV), TP es el tiempo de pastoreo (min/día), TB es la tasa de bocado (bocado por minuto) y CB es el consumo por bocado (mg MO/kg PV).

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

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

Los factores nutricionales, son aquellos relacionados con la digestibilidad de la pastura, tiempo de permanencia del alimento en el rumen y concentración de productos finales de la digestión ruminal, y estos adquieren una considerable importancia en determinar el consumo (Poppi et al. 1987, Poppi y Thompson 1994).

Sin embargo Hodgson (1990), sugiere que el consumo de forraje es afectado por 3 grupos de factores, los que afectan la digestión del forraje (relativos a la madurez y concentración de nutrientes del forraje consumido), los que afectan la ingestión del forraje (relativos a la estructura física y la canopia del forraje) y por último los que afectan la demanda de nutrientes y capacidad ingestiva y digestiva del animal (relativos a la madurez y estado productivo del animal).

El consumo estaría afectado por la digestibilidad de la pastura consumida (cantidad de pared celular, largo de fibra, madurez del tejido vegetal, contenido de agua y palatabilidad) y la habilidad del tracto digestivo para procesar el alimento (Hodgson, 1990).

2.7.2. Asignación de forraje

Hodgson (1984) asegura que la asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) es uno de los factores más importantes que afecta el consumo en pastura y uno de los más manejables cuando se pretende manejar el pastoreo. Pero este se debe manejar considerando que la dotación influye directamente en la utilización del forraje y en la vida productiva de la pastura (Cardozo, citado por Almada et al., 2007).

La carga animal, es la principal variable de manejo que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y la persistencia de la pastura. Según Escudero, citado por Cangiano et al. (1996) el logro de una alta eficiencia de conversión del pasto producido en producto animal, implica ajustar la carga y el método de pastoreo con el crecimiento de las plantas forrajeras.

Al aumentar la carga, la ganancia individual disminuye a causa de una menor selectividad de forraje y menor disponibilidad de materia seca por animal, sin embargo la producción por unidad de superficie aumenta y la máxima productividad se logra con ganancias de peso individuales menores a las que se logran a bajas cargas (Greenhalgh et al., citados por Abud et al., 2011).

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. Según Mott (1960), la ganancia de peso por animal disminuye cuando la carga aumenta. Aumentos en la asignación de forraje cada 100 kg PV/día genera aumentos en la ganancia de peso por animal. La producción por hectárea en cambio, aumenta con disminuciones en la asignación de forraje cada 100 kg PV/día, hasta cierto punto a partir del cual disminuye. La carga animal óptima que puede soportar la pastura, es la mejor estimación del rendimiento de la misma en términos de cantidad de animales.

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

Según Dougerthy, citado por Jamieson y Hodgson (1979), la tasa de consumo de materia seca incrementa hasta asignaciones de aproximadamente

10 kg MS/ 100 kg PV. Posteriores incrementos en la asignación no provocan aumentos en la tasa de consumo.

En cuanto a la selección de la pastura, esta disminuye a medida que aumenta la carga. Lo que también explica la disminución en el desempeño animal individual, ya que al aumentar la carga, la calidad de la pastura es menor debido a una baja en la posibilidad de selección del forraje. Wales et al. (1998) encontró que los animales en general seleccionan con altas asignaciones dietas con mayor cantidad de proteína cruda y menores niveles de fibra detergente neutro en relación a bajas asignaciones de forraje.

Además de existir una baja en la selección de forraje cuando disminuye la asignación, también existe una disminución en el tamaño de bocado del animal, teniendo que aumentar el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado durante el día, y aun así viéndose reducido el consumo final de forraje y el desempeño individual de los animales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1. Lugar y período experimental

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay), en el potrero No. 34 (32°22'30,98''S; 58°03'46,0''O) durante el período comprendido entre el 06 de febrero y el 10 de mayo de 2012 (92 días) sobre una pradera de tercer año compuesta por cuatro mezclas forrajeras.

3.1.2 Información meteorológica

El Uruguay, presenta un clima templado a sub tropical (Durán, citado por Arenares et al., 2011) con un promedio de precipitaciones de 1200 mm con distribución isohigro. Según Berreta, citado por Arenares et al. (2011), las temperaturas medias en el Uruguay oscilan entre 16 °C para el sureste y 19 °C para el norte. Mientras que para enero, el mes más cálido, las temperaturas oscilan entre 22 °C y 27 °C y para el mes más frío del año, julio, las temperaturas varían desde 11 °C a 14 °C respectivamente para cada región.

En los meses que duró el experimento las precipitaciones fueron muy variadas, pero en casi la totalidad de los meses fue por encima de la media, siendo febrero el mes con mayor valor con 408,9 mm y abril con un valor de 90,9 mm, el cual este último valor no representa una disparidad grande con el promedio anual de 100mm mensuales. En los restantes meses las precipitaciones estuvieron por encima de este valor. Las condiciones hídricas del suelo fueron buenas al comenzar el experimento, sin limitantes hídricas. Estos datos fueron extraídos de la estación meteorológica automática de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni.

3.1.3 Descripción del sitio experimental

Según la Carta de reconocimientos de suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976), el área experimental se encuentra sobre la Unidad San Manuel, correspondiente a la formación geológica Fray Bentos, los suelos dominantes son Brunosoles Éutricos típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosos (limosa). En asociación

con estos se encuentran Brunosoles Éútricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz solodizados melánicos de textura franca.

3.1.4 Antecedentes del área experimental

Las praderas son de tercer año y fueron sembrada sobre un rastrojo de pradera mezcla de *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Agropiro elongatum*, predominando ésta última especie.

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

3.1.5 Tratamientos

Los tratamientos consistieron en cuatro mezclas:

- 1) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* (AD).
- 2) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (Fe-Tb-Lc).
- 3) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum dilatatum* (Fe-Tb-Lc-Pd).
- 4) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum notatum* (Fe-Tb-Lc-Pn).

Cada bloque fue pastoreado con 16 novillos de la raza Holando, con un peso individual promedio de ingreso de 262 kg. Cada tratamiento fue pastoreado con 4 novillos. En dicho periodo se mantuvo una carga promedio de 2,4 UG/ha, correspondiente a un promedio de 307 kg de PV/animal y 959 kg/PV/ha.

3.1.6 Método de pastoreo

El método de pastoreo fue rotativo y el criterio utilizado para el cambio de franja fue cuando la pastura llegaba a una intensidad de 7 cm, variando así la frecuencia de acuerdo a la disponibilidad de la pastura.

3.1.7 Diseño experimental

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

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

Bloque 1	T4	T1	T2	T3
Bloque 2	T3	T2	T4	T1
Bloque 3	T2	T3	T1	T4
Bloque 4	T1	T4	T3	T2

3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

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

3.2.1. VARIABLES DETERMINADAS

3.2.1.1 Disponibilidad y remanente de materia seca

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

Para medir MS presente y remanente de forraje en kg de MS/ha el método utilizado fue el doble muestreo, relacionando altura de la pastura con la biomasa de forraje.

La medición de disponible en cada bloque se realizó antes del ingreso de los animales y el remanente luego de retirados los mismos. El muestreo consistió en la realización de cortes dejando a 1 cm de remanente, utilizando una tijera de aro y rectángulos de 50 cm por 20 cm. Se obtuvo un total de 15 muestras en cada una de las 3 parcelas de igual mezcla y 12 de la correspondiente a alfalfa y dactilis; a las cuales se pesaron obteniendo el peso fresco y luego de 48 horas en estufa a 60 °C se obtuvo el peso de materia seca. Este procedimiento fue realizado por un lado para el tratamiento alfalfa-dactilis y por otro para los tratamientos restantes, debido a su homogeneidad las gramíneas de verano, al momento de las observaciones no existían.

A su vez en los puntos donde se realizaron los cortes se obtuvieron tres medidas en la diagonal del rectángulo, una en el centro y una en cada extremo, obteniendo un promedio por rectángulo. Se eligió esta metodología a diferencia de la de escala numérica (1-5) por apreciación visual ya que tenía mayor correlación con la disponibilidad. Este valor de disponibilidad surge de sustituir el valor promedio de la variable en las ecuaciones incógnitas correspondientes. De la misma forma se procedió para la estimación del remanente luego de la salida de los animales. La ecuación utilizada fue la que relaciona altura en cm con kg MS/ha, tanto para disponible como para remanente por presentar una mayor correlación.

3.2.1.2 Altura del disponible y del remanente

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

3.2.1.3 Producción de forraje

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

3.2.1.4 Materia seca desaparecida

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

3.2.1.5 Porcentaje de desaparición

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

3.2.1.6 Composición botánica

Con el objetivo de evaluar la composición botánica de la pastura se utilizó el método de Botanal modificado (Tothill et al., 1978). Por medio de la apreciación visual se determinó la participación porcentual de gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos en cada mezcla. Los resultados se obtuvieron mediante el promedio de 30 observaciones que se realizaron en cada tratamiento.

3.2.1.7 Peso de los animales

El peso de los animales fue determinado mediante pesadas individuales, las cuales se realizaron con balanza electrónica, siempre a similar

horario. Las respectivas pesadas se realizaron el 07/01/2012 (peso inicial novillos), el 12/03/2012, el 19/04/2012 y 02/06/2012 (peso final novillos).

3.2.1.8 Ganancia de peso diaria

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

3.2.1.9 Oferta de forraje

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

3.2.1.10 Producción de peso vivo

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

3.3. HIPÓTESIS

3.3.1 Hipótesis biológica

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

3.3.2 Hipótesis estadística

$H_0: T_1=T_2=0$

H_a : existe algún tratamiento distinto de cero.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis de varianza entre tratamientos mediante el paquete estadístico INFOSTAT, en el caso de existir diferencias entre tratamientos se estudió las mismas mediante análisis de media a través de LSD

Fisher con una probabilidad del 10%, debido a la heterogeneidad de suelos existentes en el experimento.

3.4.1 Modelo estadístico

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

Siendo:

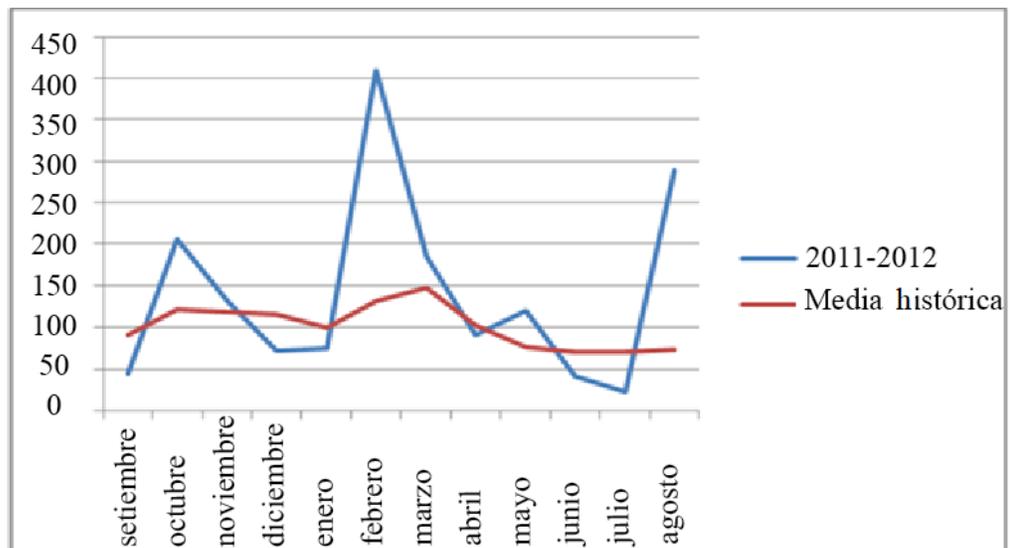
- Y = corresponde a la variable de interés.
- μ = es la media general.
- t_i = es el efecto de la i -ésima mezcla.
- β_j = es el efecto del j -ésimo bloque.
- ζ_{ij} = es el error experimento.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

El régimen pluviométrico del periodo de análisis sin duda que es un factor de vital importancia para todas las variables a analizar de este experimento, ya que las especies que componen las mezclas en estudio son muy dependientes de la cantidad de agua disponible en el suelo para su producción estival a diferencia de otras especies que son más independientes del contenido hídrico del suelo por presentar mecanismos de latencia en dicho periodo.

Figura No. 2. Registro de precipitaciones en periodo que comprende el experimento, comparado con el promedio histórico



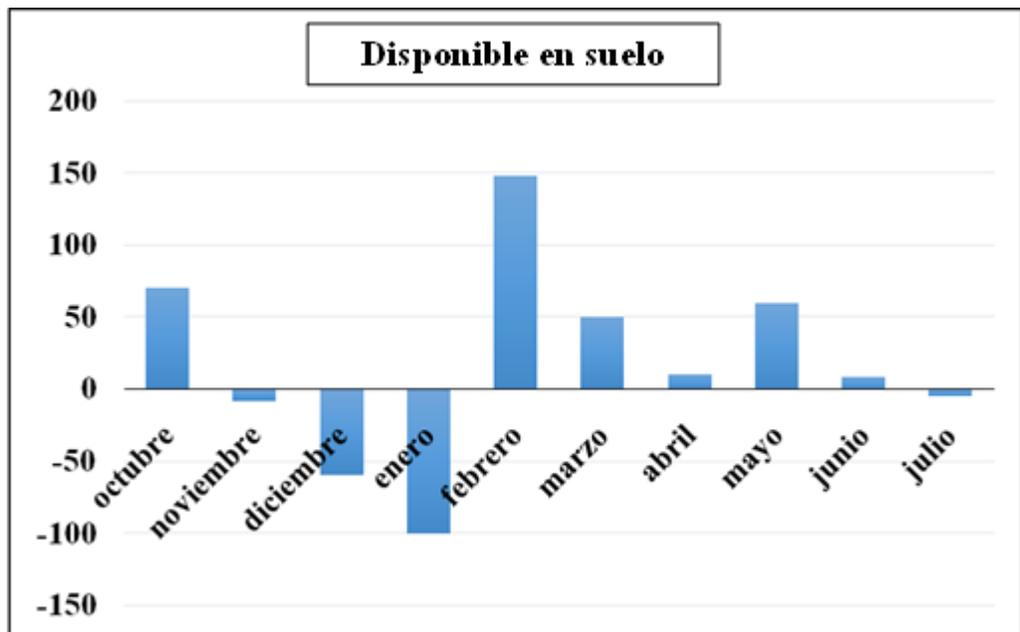
Como se puede analizar en el gráfico durante el periodo de evaluación de estas mezclas no hay evidencias de un déficit en cuanto a las precipitaciones en el periodo estivo-otoñal, comparando el régimen de dicho año con la media histórica. Sin embargo, como se verá más adelante tanto la producción como la composición botánica entre otras variables evidencian una situación de stress de las plantas que componen las mezclas.

Debido a esta situación, dado que no se evidenció un déficit pluviométrico acentuado, la mayoría de los datos relevados concordaban con una situación de stress, se pudo ver como esto se correlacionaría con un periodo de déficit hídrico según un balance hídrico realizado para el periodo en análisis,

para el cual se tomó la CAAD de un suelo de la Unidad San Manuel, correspondiente a una lámina de 117,3 mm.

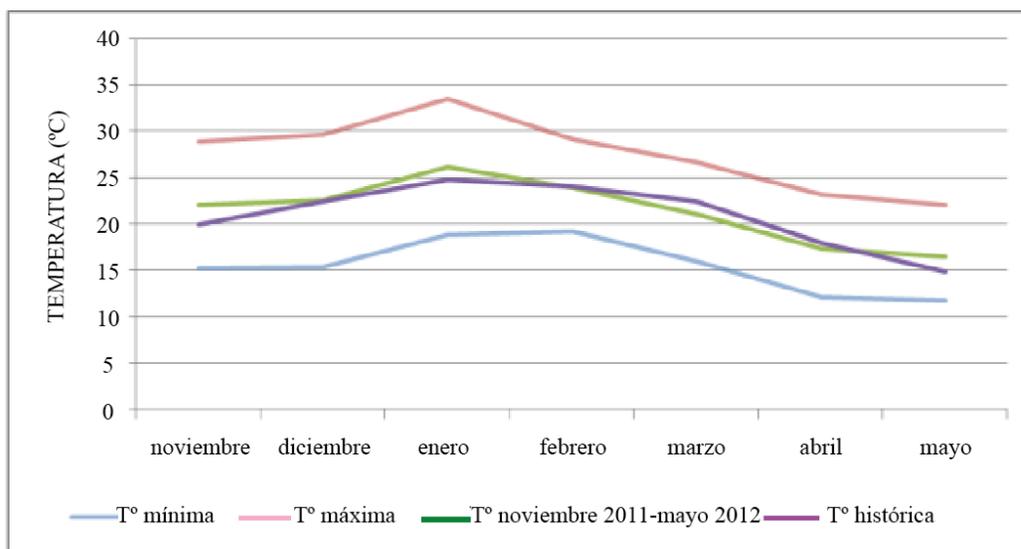
El siguiente gráfico representa los valores extraídos de un balance hídrico meteorológico, utilizando los meses del año que fueran relevantes para el análisis del período experimental, donde se pudieron encontrar tanto déficits, como excesos hídricos.

Figura No. 3. Balance hídrico de los meses en los cuales corresponde el periodo experimental (octubre 2011- julio 2012)



Como se puede apreciar en el gráfico hubo un período de déficit hídrico durante gran parte del periodo primaveral y comienzo del periodo estival, esto concuerda con algunos de los datos que se analizarán más adelante, como por ejemplo en la producción de las mezclas y el grado de enmalezamiento de las mismas, ya que las especies integrantes de las mezclas son especies C3 mientras que la mayoría de las malezas presentes eran especies C4. Como es sabido las especies C4 son muy eficientes en la utilización de agua y soportan mejor las altas temperaturas del verano que las especies C3, probablemente este sea un factor importante en la explicación del alto grado de enmalezamiento. Además es sabido que la disponibilidad de nitrógeno aumenta durante el verano, causa de la mayor actividad microbiana (mineralización) por el aumento de la temperatura. Al ser más eficientes, las especies C4 logran a su vez, una mejor utilización del N.

Figura No. 4. Registro de temperaturas en periodo que comprende el experimento, comparado con el promedio histórico



Tal como se puede apreciar en la gráfica las temperaturas que se registraron en el periodo del experimento son bastante similares a las que registran la serie histórica, siendo 19,7° C y 19,5°C para el experimento y la serie histórica respectivamente, lo que sí vale destacar es que la temperatura media desde noviembre a marzo es superior a la temperatura óptima para el crecimiento de las especies (C3), siendo esta entre los 15°C y 20°C según Carámbula (2002).

4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.2.1. MS disponible

Para dar inicio a este análisis y discusión de los resultados obtenidos a partir de los datos extraídos en el periodo experimental, se realizó un análisis de varianza donde se pudo comprobar la existencia de diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. El siguiente cuadro representa el disponible de Materia Seca para cada uno de los tratamientos.

Cuadro No. 1. Materia Seca disponible en kg/ha de cada tratamiento.

Tratamiento	Disponible (kg/ha MS)
AD	1321,2 A
Fe-Tb-Lc	1857,5 B
Fe-Tb-Lc-Pn	1966,2 B
Fe-Tb-Lc-Pd	2085,5 B

Según el test de Fischer, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos con Fe-Tb-Lc, mientras que si existieron diferencias con el tratamiento de AD. A su vez este último fue el que presentó menor disponible a lo largo del periodo de evaluación. Resultados similares encontraron Albano et al. (2013) trabajando sobre el mismo experimento en el período invierno-primaveral del primer año de vida de las mezclas determinaron para la mezcla de Fe-Tb-Lc un forraje disponible de 2726 kg/ha de MS (A) y para AD 1681 kg/ha de MS (B). Los autores atribuyen dichas diferencias a que las mezclas con festuca contienen dos especies de ciclo invernal como lo son *Festuca arundinacea* y *Trifolium repens* a diferencia de la otra mezcla que posee solo dactylis explicando la mayor producción de la primera mezcla mencionada por la mayor producción de las especies invernales que componen la mezcla en dicho periodo.

La diferencia de los resultados debe tener en cuenta que los períodos de evaluación no son los mismos ya que uno corresponde a la primavera del primer año de vida y los otros resultados al verano del segundo año de vida, sería de esperar para este último periodo mencionado una mayor producción de la mezcla de AD, debido a que la alfalfa entrega gran parte de su producción en primavera y verano dependiendo esta última de las condiciones climáticas en dicho periodo (Carámbula, 2010), siendo la producción variable según como sean dichas condiciones.

A su vez la producción va a estar condicionada por el stand de plantas que compongan la mezcla en dicho periodo y es aquí también donde se puede apreciar que la producción está condicionada ya que Albano et al. (2013) evidenciaron un baja implantación de las dos mezclas evaluadas siendo de 17 % para la mezcla de AD y de 19 % para la mezcla de Fe-Tb-Lc, tomando en cuenta resultados de implantación obtenidos por Fariña y Saravia (2010) de mezclas compuestas por dos gramíneas y una leguminosa en el que obtuvieron entre 44% y 47% de implantación. También Gomes de Freitas y Klaasen (2011), para mezclas similares obtuvieron en el 2011 implantaciones de 28% y 38 % respectivamente.

Estos resultados sin duda van a repercutir no solo en el forraje disponible sino también en todas las variables a analizar y más tomando en cuenta que este análisis se sitúa sobre las mezclas en su segundo verano de vida, periodo crítico en la producción y persistencia de la mayoría de las mezclas forrajeras perennes.

Uno de los efectos que posiblemente haya causado la falta de diferencia significativa entre los tratamientos con festuca, blanco y lotus, es la escasa o nula implantación del *Paspalum notatum* y *Paspalum dilatatum* en sus respectivos tratamientos, provocando que estos 3 tratamientos se comporten de manera similar. Según Albano et al. (2013), esto pudo ser provocado debido a que la fecha de siembra de las mezclas fue en otoño tardío (mayo 2010), factores como exceso de humedad y bajas temperaturas pueden haber sido los responsables de este tipo de resultado. A su vez dichos autores mencionan que el porcentaje de germinación tanto del *Paspalum notatum* como del *Paspalum dilatatum* fueron considerados bajos para la especie, siendo 51% para el primero y 20 % para el segundo. Según Carámbula (2010), el paspalum puede instalarse tanto en primavera como en otoño, siempre que la siembra se realice temprano. Sin embargo las bajas temperaturas de otoño si bien no matan las plántulas, la vegetación residente que se encuentra en pleno desarrollo puede dominarlas fácilmente.

Otro de los efectos que no corresponde con la literatura consultada, descartando una de las hipótesis preestablecidas, fue el bajo aporte del tratamiento alfalfa y dactilys con respecto al resto de los tratamientos, teniendo en cuenta la época de evaluación (estivo-otoñal) y la alta producción de la alfalfa en dicho periodo.

En los tratamientos con festuca, el mayor aporte al disponible estuvo dado por la fracción gramínea, siendo más balanceado el aporte entre gramíneas y leguminosas en el tratamiento de alfalfa y dactilys. Esto se desarrollará más detenidamente en el análisis de composición botánica.

4.2.1.1 Altura del disponible

La altura del disponible es un dato que se utiliza a nivel de producción para predecir la cantidad de materia seca presente en una pastura, ya que es sabido que en condiciones normales existe una estrecha relación entre la altura y el disponible. Los datos que se manejan son para gramíneas, 1 centímetro de altura equivale a 100 kilogramos de materia seca, y para el caso de las leguminosas 1 centímetro equivale a 80 kilogramos de materia seca. Como se verá más adelante, la correlación entre altura y disponible (kg/ha de MS) es

inferior a la esperada producto de algunos factores como por ejemplo la incidencia de malezas. A continuación se presenta un cuadro con los datos de altura del forraje al momento de ingreso al pastoreo de los animales.

Cuadro No. 2. Altura de forraje al momento del ingreso al pastoreo para los distintos tratamientos

Tratamiento	Altura (cm)
AD	22,0 A
Fe-Tb-Lc-Pn	18,9 A
Fe-Tb-Lc	20,7 A
Fe-Tb-Lc-Pd	22,5 A

Como se puede apreciar, no existieron diferencias significativas de altura de ingreso al pastoreo. Todos los tratamientos presentaron alturas entre 15 y 20 cm, optimizando el manejo de los tratamientos que incluyen festuca según Zanoniani et al. (2006), permitiendo recuperar el área foliar así como el estado de la pastura, logrando amortiguar el efecto de las intensidades de defoliación. Este manejo para los tratamientos que incluyen alfalfa no sería el recomendado, ya que según Formoso (2000) el momento de ingreso al pastoreo para la especie sería de una altura al inicio del pastoreo de entre 30 y 35 cm, o 10 % de floración. La altura de 22 cm en esta fase nunca debería pastorearse, ya que de hacerlo se debilitaría drásticamente el alfalfar (Formoso, citado por Gomes de Freitas y Klassen, 2011), esta medida no favorece la acumulación de reservas en la corona, provocando un debilitamiento de la planta que condiciona su persistencia y producción futura.

Albano et al. (2013) registraron alturas del disponible para los mismos tratamientos en la primavera de su primer año de 15 cm para los tratamientos con alfalfa y dactilis y de 10 cm para los de festuca, trébol blanco y lotus. A su vez Arenares et al. (2011) trabajando sobre los mismos tratamientos pero en el período invernal del segundo año de vida registraron alturas del disponible de 14,1 para alfalfa y dactilys y de 13,4; 13,3 y 13,1 para los tres tratamientos que incluían festuca.

Estos antecedentes reafirman la posibilidad de que el manejo previo pudo afectar el desempeño tanto en producción como en persistencia de la pastura en este periodo, reforzada por los datos de disponibilidad obtenidos, principalmente de la mezcla alfalfa-dactilys.

Este efecto podría deberse, entre otros factores, a la composición botánica de los distintos tratamientos como por ejemplo la incidencia de malezas y la cantidad de suelo descubierto. Esto se analizará detalladamente más adelante cuando se aborde el tema composición botánica.

4.2.2. Forraje remanente

Anteriormente se realizó un análisis del forraje disponible, previo al pastoreo, tomando en cuenta la producción en kilogramos y en altura, de este modo se realizara el análisis de las mismas variables (altura y kg/ha de MS) para el remanente luego del pastoreo. El siguiente cuadro ilustra el remanente expresado como Kg/ha de MS de los distintos tratamientos.

Cuadro No. 3. Remanente en kg/ha de MS de cada tratamiento luego del pastoreo.

Tratamiento	Remanente (kg/ha)
AD	853,3 A
Fe-Tb-Lc-Pn	1087,6 B
Fe-Tb-Lc	1097 B
Fe-Tb-Lc-Pd	1119,1 B

Como se observa en el cuadro no hubieron diferencias significativas entre los tratamientos con festuca, blanco y lotus, esto confirma la similitud entre las tres mezclas debido a la ausencia de especies del género paspalum, encontrándose si diferencias entre los nombrados anteriormente y el tratamiento de alfalfa y dactylis, el cual presenta a su vez menor MS remanente. Estos resultados son similares a los encontrados por Albano et al. (2013) para los distintos tratamientos coincidiendo en un menor remanente de aflafa y dactylis frente a los tratamientos que incluían festuca, no así con los resultados encontrados con Arenares et al. (2011) quienes obtuvieron remanentes para dactylis y alfalfa mayores a los tratamientos que incluían festuca.

Tanto los resultados obtenidos en este experimento, así como los que obtuvo Albano et al. (2013) concuerdan con las características de las especies que componen la mezcla, ya que festuca y blanco acumulan mayor biomasa en el estrato inferior a diferencia de alfalfa y dactylis, los cuales son de porte más erecto, dejando menor cantidad de área foliar remanente a similar altura. Esto no coincide con Arenares et al. (2011) quienes encontraron mayor AFR en alfalfa determinada por una dificultad de consumir en estratos inferiores por parte de los animales a causa de los tallos lignificados que genera la alfalfa y también por el aporte en similar valor de gramíneas y leguminosas que presenta

dicho tratamiento. Cabe destacar el alto valor encontrado en los tratamientos con festuca para considerarlos remanentes, Foglino y Fernández (2009), reportan valores entre 590 y 650 kg/ha de MS para una mezcla compuesta por dos gramíneas perennes y dos leguminosas, estos datos son inferiores a los presentados en el actual trabajo. Estos resultados coinciden con los registrados por Presno y Souza (2013) trabajando sobre los mismos tratamientos, para los cuales aquellos que presentaban mayor forraje disponible también eran los que presentaban mayor remanente, probablemente como consecuencia del sistema de pastoreo, es decir, frente a una dotación fija los tratamientos con mayor disponible provocaron una mayor asignación de forraje.

4.2.2.1 Altura remanente

A continuación se presentan los valores de altura de remanente para los distintos tratamientos registrados durante el periodo de evaluación.

Cuadro No. 4. Altura del forraje remanente luego del pastoreo para cada tratamiento

Tratamiento	Altura (cm)
AD	8,3 A
Fe-Tb-Lc-Pn	9,5 A
Fe-Tb-Lc	9,6 A
Fe-Tb-Lc-Pd	9,9 A

Al igual que en la altura del disponible, no existieron diferencias significativas entre las alturas del remanente, la cual se encontró dentro de la recomendada para no comprometer la performance futura de la pastura (Carámbula, 2010). Según Formoso (1996) con esta intensidad de pastoreo se puede perjudicar a la alfalfa ya que no rebrotaría de las yemas de la corona sino de las yemas axilares de tallos no cortados aumentando la proporción de tallos lignificados en la base de la planta.

Estos resultados coinciden con los valores de altura recomendados para este tipo de mezcla según Zanoniani et al. (2006), los cuales deberían ser entorno a 5 y 7,5 cm.

A su vez Arenares et al. (2011), Albano et al. (2013), Presno y Souza (2013) trabajando sobre los mismos tratamientos encontraron valores de altura de remanentes similares, resaltando que los valores son adecuados para no comprometer la producción futura de la pastura.

Observando los valores de altura del remanente de las diferentes mezclas y su correspondiente valor de biomasa se evidencia una menor relación del tratamiento alfalfa y dactilys, posiblemente (y al igual que el disponible y la altura del disponible) debido a la composición botánica de la misma.

4.2.3. Forraje desaparecido y utilización

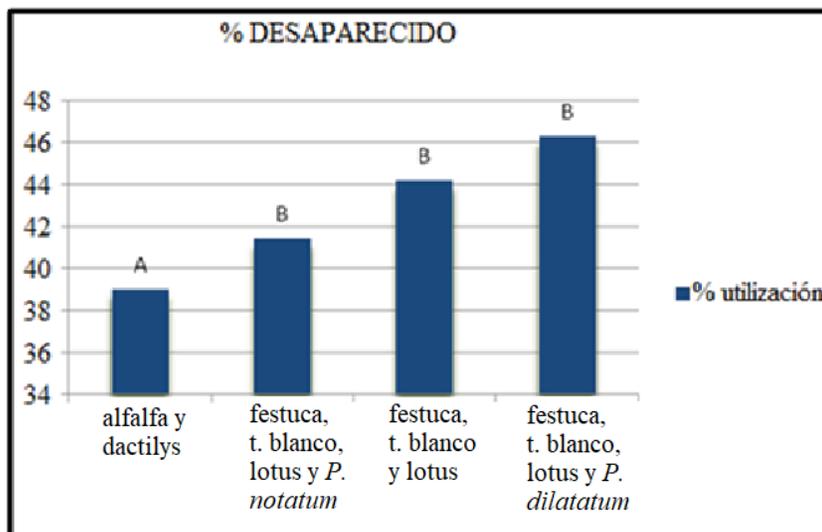
A continuación se analizaran los resultados obtenidos durante el experimento acerca del forraje desaparecido. A su vez conjuntamente se tendrá en cuenta para el análisis las utilidades tal como lo muestra el grafico debajo del siguiente cuadro.

Cuadro No. 5. Materia Seca desaparecida (kg/ha)

Tratamiento	Desaparecido(kg/ha)
AD	546,0 A
Fe-Tb-Lc-Pn	738,4 B
Fe-Tb-Lc	869,2 B
Fe-Tb-Lc-Pd	998,0 B

Como se puede apreciar en el cuadro, el tratamiento de alfalfa y dactilis fue el que presento diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos, así como también el que presento el menor porcentaje de utilización como se muestra en el siguiente gráfico.

Figura No. 5. Desaparición de la pastura en % del disponible para cada tratamiento



Las posibles causas de este comportamiento se pueden deber a la baja disponibilidad de forraje que se encontraba a la entrada del pastoreo en el tratamiento alfalfa y dactylis a pesar que tanto en altura del disponible como en altura del remanente no hay diferencias de este tratamiento respecto a los restantes. Este resultado no coincide con la morfología de las especies que componen la mezcla ya que son de porte más erecto que las especies que componen el resto de los tratamientos, por lo que sería de esperar una mayor utilización.

Para los mismos tratamientos, Albano et al. (2013) obtuvieron utilidades del orden del 50% para todos los tratamientos. A su vez Arenares et al. (2011) obtuvieron una menor utilización de la alfalfa respecto a los tratamientos que incluían festuca pero en este caso como fue mencionado líneas arriba influenciado por la presencia de tallos lignificados de alfalfa que dificultaban la accesibilidad hacia estratos inferiores, lo cual en éste caso no sucedió. Presno y Souza (2013), por otro lado, obtuvieron valores contrastantes con los registrados por los autores mencionados, ya que el tratamiento que presentó mayor utilización fue el de dactylis y alfalfa respecto a los de festuca y a su vez menores comparados con los de Arenares et al. (2011), quienes consideran que estos resultados son atribuidos a las altas asignaciones de forraje que presentaban los tratamientos durante su periodo de evaluación, lo que determinaba un bajo aprovechamiento del forraje.

Vale destacar que Abud et al. (2011) para un período similar de evaluación es decir durante verano y otoño trabajando sobre pasturas de festuca, trébol blanco y lotus; y con un forraje disponible mayor al de este trabajo, alrededor de 4000 kg ms /ha registraron utilidades del orden del 54% para dicho tratamiento. Estos resultados encontrados por dichos autores contrastan con los de este experimento ya que frente a una menor disponibilidad, en ninguno de los tratamientos se superó el 50% de utilización.

Estos valores pueden estar influenciados por la composición botánica de las mezclas en estudio durante el periodo de evaluación, ya que como se verá más adelante hay una alta incidencia de malezas y restos secos que podrían estar determinando conjuntamente con una baja población de leguminosas, una disminución en el consumo de los animales y su utilización. Si bien es de esperar que dichas utilidades sean bajas en el periodo estival, a consecuencia de la pérdida de palatabilidad de ciertas especies como la festuca, de todas formas no justifican los valores a los que se llegaron.

4.2.4. Composición botánica

En el siguiente cuadro se analizará la composición botánica de los tratamientos ya que la mayoría de los valores que tomaron las variables analizadas fueron influenciados por la incidencia de malezas.

Cuadro No. 6. Composición botánica de los distintos tratamientos

TRATAMIENTO	% Gramínea	% Leguminosa	% Malezas	% Restos secos
alfalfa y dactylis	15,0 A	14,1 B	51,3 A	19,5 A
festuca, trébol blanco, lotus y <i>P. notatum</i>	15,3 A	2,1 A	44,3 A	29,0 AB
festuca, trébol blanco y lotus	20,1 AB	1,3 A	49,3 A	29,0 AB
festuca, trébol blanco, lotus y <i>P. dilatatum</i>	22,0 B	5,0 AB	51,2 A	35,0 B
			NDS	NDS

Como se puede observar en el cuadro el mayor componente de las mezclas está dado por malezas las cuales oscilan entre valores de 44% y 51%. A su vez el segundo componente de mayor relevancia son los restos secos que rondan entre 20% para el tratamiento de dactylis y alfalfa y entre 29% y 35% para los tratamientos con festuca. Con respecto a las especies sembradas y diferenciadas por la familia que pertenecen, estas se encuentran en un porcentaje inferior a lo esperado, que según Carámbula (2010) los valores normales para una pradera mezcla en su segundo año de vida rondan en el 30% de leguminosas, 60% de gramíneas y 10% de malezas, y según Langer (1981), los valores serían 40% leguminosas y 60% gramíneas. En este caso se reportaron valores de 14,1% para el tratamiento que posee mayor cantidad de leguminosas en su composición y para las leguminosas presentes en los tratamientos con festuca que comprenden el trébol blanco y lotus corniculatus, los valores oscilan entre 1,3 % y 5,0 %. En relación a las gramíneas sembradas, en el tratamiento con dactylis, este se encontró en un 15% y para los tres tratamientos con festuca los valores rondaron entre 15% y 22%.

En relación al alto porcentaje de malezas que se encuentran en los tratamientos, son varios los factores que inciden sobre éstos, el primero como ya se mencionó en un principio es la baja implantación de las mezclas, que fue de 17% y 19% y a su vez la escasa o nula implantación de las especies estivales C4, éste hecho es de fundamental importancia ya que sin duda repercutió desde

el inicio hasta el momento de este análisis, generando espacios que serían aprovechados por las malezas. La nula implantación de especies C4 favoreció el aumento en magnitud en el período estival de las malezas, ya que si estuvieran presentes, lograrían competir en dicho periodo con las malezas C4, como *Digitaria sanguinalis*, *Eragrostis lugens* y *Setaria geniculata*, siendo éstas las principales especies de malezas encontradas cuando se realizaron las mediciones correspondientes.

También vale destacar que si bien durante el periodo estival y desde febrero en adelante el régimen pluviométrico fue por encima de la media histórica, en el periodo previo comprendido de diciembre y enero, si ocurrió déficit hídrico y esto puede haber colaborado con la situación a la que se encontraron las mezclas en el momento de las mediciones. Con respecto a las especies sembradas con hincapié en la alfalfa como menciona Carámbula (2010), su producción estival es muy dependiente de las condiciones climáticas previas y esto es lo que puede haber ocasionado la baja producción de esta especie durante el periodo experimental. A su vez en los tratamientos con festuca sin duda que principalmente la población de trébol blanco debido a la presencia de raíces adventicias superficiales que se generan a partir del segundo año de vida (Carámbula, 2010) y su baja resistencia a la sequía, también pueden haber generado los bajos valores encontrados de leguminosas en estos tratamientos.

4.2.5. Producción de materia seca

4.2.5.1. Tasa de crecimiento

El siguiente cuadro presenta las diferentes tasas de crecimiento de los distintos tratamientos durante el periodo de análisis.

Cuadro No. 7. Tasa de crecimiento en kg/ha/día de MS para cada tratamiento

TRATAMIENTO	Tasa de crecimiento (kg/ha/día de MS)
alfalfa y dactilys	14,9 A
festuca, blanco, lotus y <i>P.notatum</i>	19,9 B
festuca, blanco y lotus	21,4 B
festuca, blanco, lotus y <i>P.dilatatum</i>	23,2 B

Se puede notar que hubo diferencias significativas entre el tratamiento de alfalfa y dactylis con los de festuca, siendo la primera la mezcla que presenta menores tasas de crecimiento. En el caso de los tratamientos con festuca, las tasas de crecimiento fueron bajas, dado que según Langer (1981), deberían oscilar entre 30 y 35 kg/ha/día de MS. Para que de esa forma sea coincidente con Abud et al. (2011) en general, para estos tratamientos con festuca, obtuvieron tasas de crecimiento que se pueden considerar altas para una estación limitante para el crecimiento de pasturas templadas, siendo éstas entre 57 y 63 kg/ha/día de MS (Zanoniani, 2010).

Las probables causas de esta falta de similitud entre trabajos se pueden deber a que las condiciones anteriores al comienzo del experimento determinaron mayor invasión de malezas C4, por lo que la tasa de crecimiento no refleja la producción de la mezcla sino la de dichas malezas, dado que aproximadamente sólo el 30 % de la biomasa la constituyen las especies sembradas. El comportamiento de las malezas como *Digitaria sanguinalis*, *Setaria geniculata*, entre otras, sería el comportamiento esperable del género *Paspalum*, las que no se implantaron y permitieron el ingreso de dichas malezas. Esto es coincidente con Santiñaque y Carámbula (1981) quienes encontraban mayor enmalezamiento en mezclas que no tuvieron especies C4 como *Paspalum dilatatum*. Es posible que los pastoreos hayan favorecido más a la mezcla de festuca, trébol y lotus ya que removieron biomasa de maleza sin afectar demasiado a las de interés, dado por su porte, se encontraban por debajo de las malezas, y a su altura de ingreso y remanente, el cual fue el adecuado para *Lotus corniculatus* (Formoso, 1996). En cambio no lo fue para alfalfa, ya que su altura de ingreso debería ser cercana a los 35 cm. De todas maneras hay que tener en cuenta que un 50 % son las malezas C4 por lo cual la tasa de crecimiento refleja en su mayoría el crecimiento de éstas en vez de las especies sembradas.

4.2.5.2 Producción de forraje

El siguiente cuadro refleja el crecimiento de la pastura durante todo el periodo de análisis, incluyendo el crecimiento durante el pastoreo.

Cuadro No. 8. Crecimiento de la pastura durante todo el periodo de análisis, incluyendo los días de pastoreo

TRATAMIENTO	Crecimiento ajustado (kg/ha MS)
alfalfa y dactylis	1405.3 A
festuca, blanco, lotus y <i>P.notatum</i>	1869,0 B
festuca, blanco y lotus	2011.8 B
festuca, blanco, lotus y <i>P.dilatatum</i>	2188.8 B

Esta relaciona la tasa de crecimiento durante los días de pastoreo más la tasa de crecimiento durante el periodo de reposo. Como se observa en el cuadro, los tres tratamientos con festuca no se diferenciaron significativamente entre sí, pero si con el tratamiento de alfalfa y dactylis, siendo este último el tratamiento con menor crecimiento durante el periodo experimental.

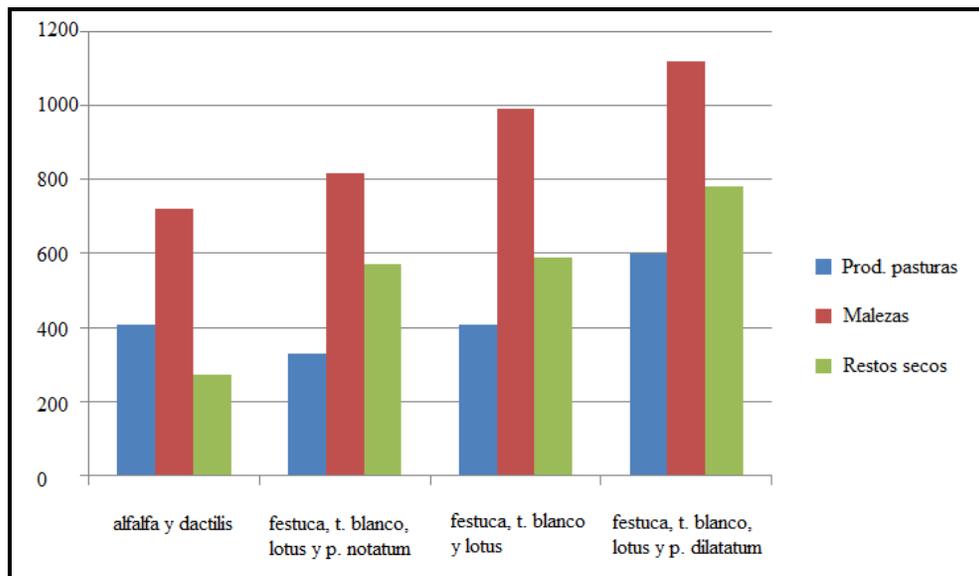
Las mezclas en estudio son muy dependientes de la condición hídrica del suelo. Tomando en cuenta la mezcla de dactylis y alfalfa, ya que fue la que tuvo menor producción en el periodo de análisis, vale destacar que la producción estival de alfalfa es muy dependiente de cómo se hayan desarrollado las precipitaciones y condiciones climáticas, tanto del periodo estival como del periodo previo, Carámbula (2010). Lo mismo sucede con el dactylis, que al poseer raíces más superficiales que la festuca, se vuelve muy dependiente de la condición hídrica del suelo. Es aquí que se puede evidenciar que la baja producción de la alfalfa durante el periodo estival puede haber sido provocada por la falta de agua en el periodo primaveral, y en relación al dactylis, un menor macollaje durante este periodo previo puede haber generado plantas menos vigorosas y a su vez menos productivas durante el periodo estival.

En cuanto a la festuca, que si bien posee raíces más profundas que el dactylis, su producción y macollaje también son dependiente de las condiciones hídricas actuales y previas, pudiendo haber ocasionado una baja producción. En relación a las leguminosas que componen esta mezcla, es sabido que el trébol blanco debido a sus raíces superficiales es muy dependiente del agua disponible, y generalmente cuando ocurre un déficit hídrico, provoca la muerte de plantas y desaparición casi total de esta especie durante el periodo estival. Ante esta situación el trébol acorta su ciclo y pasa el verano en forma de

semilla. A su vez el *Lotus corniculatus*, al ser una especie perenne y de raíces más profundas es menos dependiente del agua que el trébol blanco, sin embargo su producción al igual que todas las especies se vio resentida por la falta de agua.

En cuanto a la alta incidencia de malezas, se notó que para el periodo estival la mayoría fueron malezas del tipo C4, las cuales se implantan en el periodo primavero-estival, esto coincide con la estación donde comenzó el déficit hídrico según el gráfico anterior, lo que es probable haya generado una situación favorable para la implantación de estas especies sin competencia y eso es lo que podría haber provocado la alta incidencia de malezas durante el período estival como se verá en el siguiente gráfico y en apartados más adelante.

Figura No. 6. El siguiente gráfico representa la producción de pasturas sembradas, malezas y restos secos.



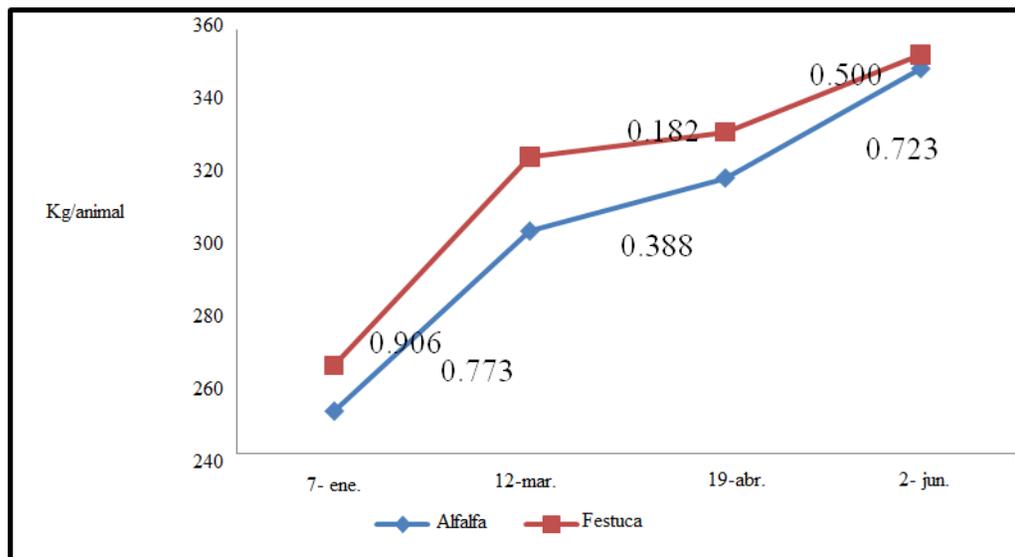
Como se aprecia en el gráfico se nota la superioridad de la fracción maleza sobre el componente pasturas, dado por las condiciones anteriormente citadas. Otro factor que suma al efecto de una mayor incidencia en los tratamientos de festuca, trébol blanco y lotus es la susceptibilidad de ésta última especie al avance de las malezas, sus plantas se desarrollan muy lentamente y casi nunca llegan a formar un follaje denso que favorezca su autodefensa Carámbula (2010), en tal sentido la mezcla de dactylis y alfalfa, el efecto de las malezas en proporción a la producción de la pastura es menor debido al hecho de estar presente una especie estival como ser la alfalfa, donde la competencia

ejercida sobre las malezas es de mayor magnitud que las especies del género lotus.

4.3. PRODUCCIÓN ANIMAL

A continuación se presentara un análisis comparativo entre los distintos tratamientos en cuanto a la producción animal. Se presentan tanto datos de producción individual como en producción por hectárea para cada tratamiento.

Figura No. 7. Ganancia de PV promedio del periodo y ganancia diaria.



El siguiente gráfico muestra la evolución en cuanto a ganancia de peso vivo promedio, así como también la ganancia diaria promedio por animal.

Tal como se puede apreciar en el gráfico, los animales presentaron mayores ganancias en el primer período comprendido entre el 7 de enero y el 12 de marzo (verano), luego presentaron menores ganancias durante el segundo periodo entre el 12 de marzo y el 19 de abril (otoño); y por último lograron ganancias moderadas en el tercer período comprendido entre el 19 de abril y el 2 de junio (otoño).

Estos resultados llaman la atención ya que en el primer período, es donde generalmente se encuentra el mayor déficit hídrico provocado por la evapotranspiración potencial, sin embargo tal como se puede apreciar en la gráfica de precipitaciones de dicho año el periodo comprendido entre enero-

febrero y marzo el régimen pluviométrico fue muy superior a la media histórica de precipitaciones.

También estos resultados se podrían ver afectados debido a que al inicio del período (verano) había un alto porcentaje de malezas C4, como la digitaria que al comenzar su crecimiento tiene alta calidad (fino) (Rosengurtt, 1979), lo cual explica las ganancias de verano, siendo mayores en la mezcla de festuca, blanco y lotus debido a presentar mayor disponibilidad de materia seca y por ende de dicha maleza. Al comenzar el otoño esta especie C4 pierde calidad al avanzar su estado de desarrollo, lo cual determina una disminución de las ganancias individuales de ambos tratamientos, pero fundamentalmente en el de festuca, blanco y lotus donde como ya fue expresado el grado de enmalezamiento era superior. Al finalizar el otoño se produce un nuevo incremento en las ganancias individuales debido al rebrote de las especies sembradas que son estimuladas por el descenso de la temperatura y el espacio dejado por las malezas.

A su vez, es sabido que tanto festuca como dactilys mantienen sus macollas vivas en verano, por lo que tienen respuesta en crecimiento frente a buenas condiciones hídricas.

De todas formas hay resultados que se contradicen con la bibliografía analizada sobre todo en el primer periodo de pastoreo. Según Carámbula (2010), el dactilys presenta un sistema radicular más superficial que la festuca, pero es más eficiente en el uso del agua en periodos deficitarios. A su vez la alfalfa es una leguminosa perenne de ciclo estival por lo que gran parte de su producción la otorga en primavera y verano siendo en el periodo estival su producción muy variable dependiendo de las condiciones hídricas. Dicho esto y viendo que en dicho período las precipitaciones fueron muy superiores a la media histórica, el gráfico anterior muestra mayores tasas de ganancias de los tratamientos con festuca, trébol y lotus frente a los tratamientos con dactilys y alfalfa. Sin embargo un factor que puede haber influenciado a los resultados fuera que previo a dicho periodo (noviembre- principios de enero) el régimen pluviométrico registrado fue inferior a la media histórica, tomando en cuenta que el dactilys tiene su sistema radicular principalmente ubicado en los horizontes superficiales, éste déficit hídrico puede haber logrado debilitar en mayor medida esta especie que la festuca.

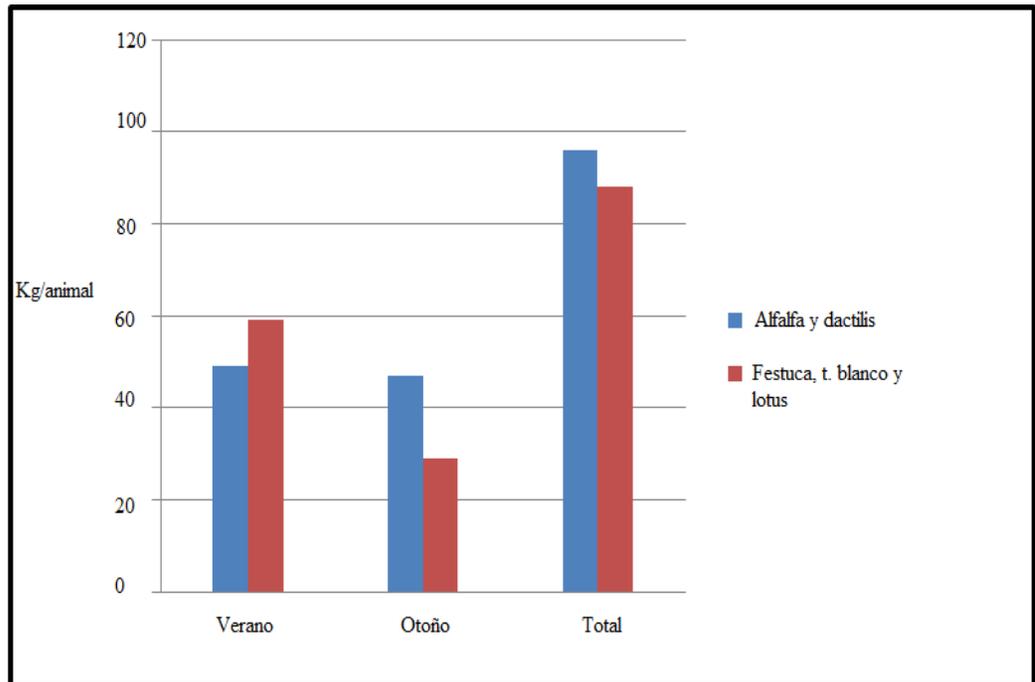
Sin embargo, en el resto de los periodos si se obtienen resultados de acuerdo a lo esperado, ya que en ambos periodos se obtienen mayores tasas de ganancias en los tratamientos con dactilys y alfalfa respecto a los tratamientos con festuca que si bien no son significativos estadísticamente, esta diferencia

genera a fin del experimento que los animales lleguen con un peso final bastante similar como se indica en el gráfico.

Tomando los datos obtenidos por Abud et al. (2011), que obtuvo ganancias diarias promedios en el periodo estival del orden de 1,32 y en el periodo otoñal de 1,19 kg/día, trabajando sobre praderas mezclas de festuca, trebol blanco, lotus corniculatus y paspalum, Se puede apreciar que las ganancias comparadas con las de este experimento en los tratamientos con festuca son sensiblemente superiores. Esto puede estar explicado entre otros factores por el nivel de enmalezamiento de las parcelas en este experimento que fluctuaron alrededor del 40 % comparado con las de Abud et al. (2011) que llegaban al 20 % de enmalezamiento en el mayor de los casos. Esto puede haber provocado una menor digestibilidad de la dieta consumida en este experimento, generando menores ganancias diarias.

Tomando en cuenta los resultados de Arenares et al. (2011), que trabajo sobre los mismos tratamientos pero en el periodo invierno primaveral, éste registro ganancias promedios de todos los tratamientos del orden de 1 kg/animal/día como mínimo, resultados bastante superiores a los encontrados en este experimento y tal como dice el trabajo de Abud et al. (2011), obtienen resultados similares. Estos se registraron en periodos diferentes ya que fueron como se mencionó anteriormente durante el periodo invierno-primaveral por lo que es de esperar que la digestibilidad de lo consumido haya sido superior a la de este experimento sumado también al stress térmico del periodo estival.

Figura No. 8. Ganancias por animal promedio por estación de los distintos tratamientos.



Como se puede apreciar en el grafico vale destacar la disparidad que se produce entre las ganancias en los tratamientos en los distintos periodos. Es decir, que en verano las mayores ganancias por animal se obtuvieron en los tratamientos con festuca lográndose ganancias promedio de 59 kg/ animal por período y en los tratamientos con dactilis en torno a 50 kg/animal, aunque las diferencias no fueron significativas. A su vez en otoño se registró lo inverso, es decir que en los tratamientos con dactilis fue donde se registraron las mayores ganancias, siendo estas de 47 kg/animal para los tratamientos con dactilis y para los tratamientos con festuca de 29 kg/animal, aunque las mismas tampoco fueron significativas. Como fue explicado anteriormente en el tratamiento de festuca, blanco y lotus el enmalezamiento fue superior, por lo tanto había mayor disponibilidad ya que, como fue comentado anteriormente, el componente principal del enmalezamiento fue digitaria, y al inicio de su etapa de crecimiento es de buena calidad. Al ir avanzando su ciclo esta pierde calidad (otoño) y es superada por el tratamiento de alfalfa y dactilis.

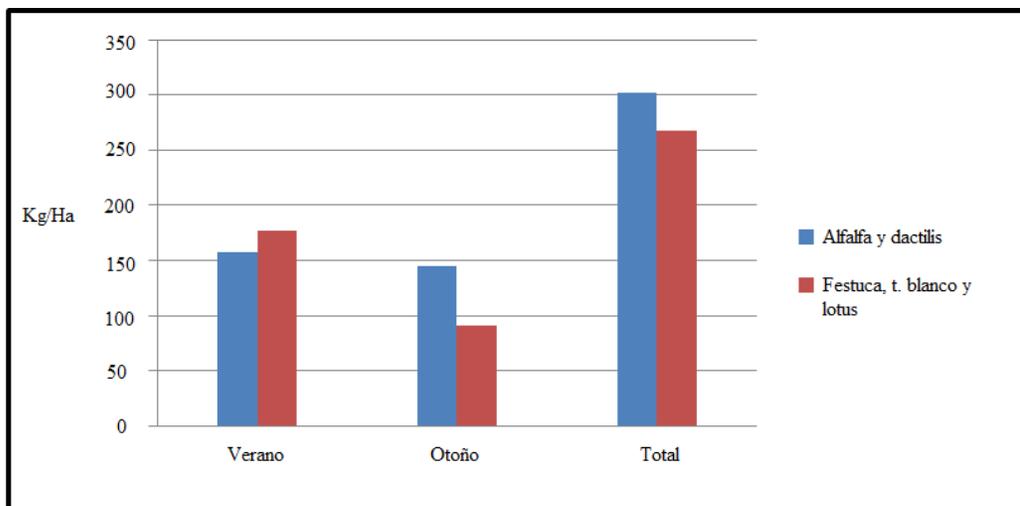
Según Abud et al. (2011) trabajando con mezclas de festuca, trébol blanco, *Lotus corniculatus*, *Paspalum notatum* y dilatatum, en praderas de segundo año (primer verano) obtuvo mayores ganancias por animal en los dos periodos evaluados (estival y otoñal) siendo estos entre 38 kg/animal y 40

kg/animal para el periodo estival entre los distintos tratamientos y del orden de 56 y 66 kg/animal para el periodo otoñal.

Estos valores son superiores a los obtenidos en este experimento y vale destacar un hecho de relevancia que podrían explicar estos resultados. Abud et al. (2011) trabajo con praderas en su segundo año de vida como se mencionó líneas anteriores y este experimento es sobre praderas de tercer año de vida. Es conocido el aumento en la variabilidad de la producción de las praderas a medida que aumenta la edad de la misma, reflejado en factores como composición botánica donde se puede apreciar un aumento en la interferencia de malezas, asociado a una menor producción de las especies de importancia.

Estos resultados se contradicen también con la bibliografía citada, ya que es de esperar que en el periodo estival la mezcla de dactilis y alfalfa debería producir más que la mezcla con festuca, sobre todo tomando en cuenta que según Carámbula (2010), la producción estival de alfalfa es muy dependiente de las precipitaciones. Tomando en cuenta el régimen pluviométrico del periodo estival, dado por valores superiores al de la media histórica, sería de esperar una mayor contribución de esta leguminosa a la mezcla, provocando como resultado una mayor producción de carne.

Figura No. 9. Producción de peso vivo por hectárea.

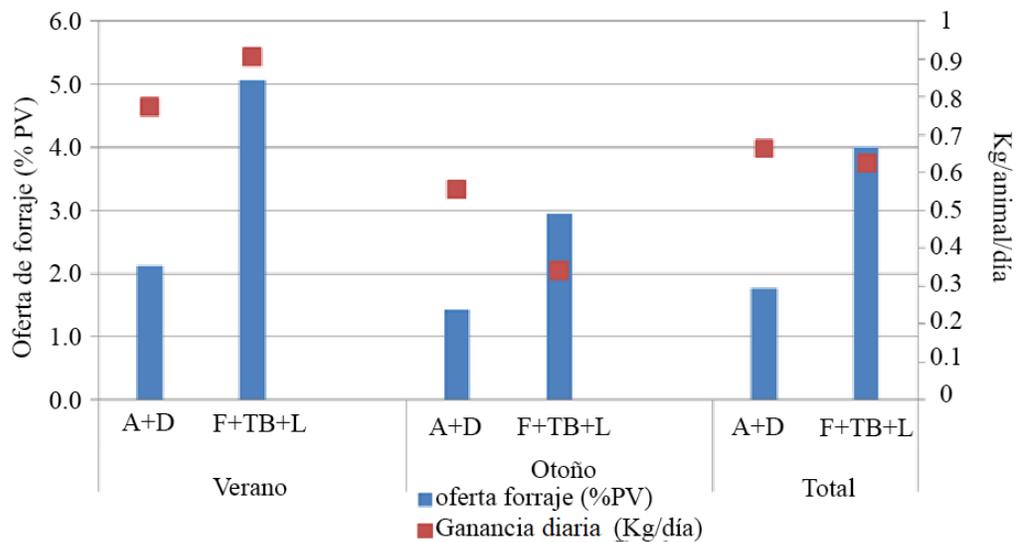


Como se puede apreciar, la producción por hectárea fue menor durante el otoño, y en el tratamiento de festuca, trébol blanco y lotus fue en el cual se detectaron mayores caídas de producción de peso vivo, mientras que en el tratamiento de alfalfa y dactilis la disminución de producción de peso vivo fue mínima. Como se explicó anteriormente, estos resultados están afectados por el

enmalezamiento estival de digitaria, el cual fue mayor en el tratamiento de festuca, trébol blanco y lotus.

En cuanto a la producción total de peso vivo las diferencias no son significativas, la mayor producción en verano por parte del tratamiento de festuca, trébol blanco y lotus es compensado por la mayor estabilidad entre verano y otoño de la mezcla de alfalfa y dactylis.

Figura No. 10. Ganancia diaria según oferta de forraje.



El gráfico anterior representa los resultados de ganancia de peso vivo en base a la oferta de forraje, según tratamiento y según periodo. Como se puede apreciar, para los dos tratamientos las ofertas de forraje son bastante bajas teniendo en cuenta la mayoría de los antecedentes. Si analizamos estos resultados según estación, el tratamiento de alfalfa y dactylis presentó mejores resultados de producción de peso vivo según la oferta de forraje. La menor producción del otoño frente al verane se debe a una menor oferta de forraje. En cuanto al tratamiento de festuca, trébol blanco y lotus, la alta ganancia estival se debe a una mayor oferta debido a que, como ya se explicó anteriormente, hubo un alto enmalezamiento estival con especies C4 como la digitaria, de alta calidad debido a encontrarse en estado vegetativo. En el otoño, la calidad de la maleza baja debido a su desarrollo, además de ir senesciendo bajando la oferta de forraje.

En cuanto a la producción de peso vivo durante todo el periodo en estudio, el tratamiento de festuca, trébol blanco y lotus obtuvo ganancias en torno a los 0.624 kg/animal/día con una oferta de forraje del 4% del PV. Estas

ganancias no son diferentes significativamente con las del tratamiento de alfalfa y dactilis, en el cual se manejaron ganancias de 0.664 kg/animal/día pero con una oferta de forraje del 2% del PV. Estos resultados son similares a los encontrados por Bianchi et al. (2012), el cual reporto para el tratamiento de alfalfa y dactilis ganancias en el entorno de 1.2 kg/animal/día, pero con ofertas de forraje del 4% del PV. Para el tratamiento de festuca, trébol blanco y lotus Bianchi et al. (2012) reportaron resultados de ganancia de peso vivo de 0.3 kg/animal/día pero con ofertas de forraje del 4 % de PV.

5. CONCLUSIONES

En este capítulo se hará mención aquellos resultados más representativos de este experimento así como algunos factores que se consideran condicionantes de este tipo de resultados.

Vale destacar que si bien dos de los tratamientos en estudio contaban inicialmente con la presencia de las especies *Paspalum Dilatatum* y otro con *Paspalum notatum*, estas dos no lograron implantarse de manera tal que puedan ser tomados en cuenta tanto en su producción y como parte de la dieta de los animales que pastorearon las parcelas de cada tratamiento.

En relación a las variables climáticas que condicionaron el experimento, se podría destacar que fue un periodo con precipitaciones por encima de la media histórica en algunos periodos, y en otros muy similar a la misma. Por otra parte la temperatura tampoco fue diferente a la media histórica pero si superior a la óptima para el desarrollo de las especies en cuestión. Para poder vincular estos factores a través del balance hídrico se pudo ver que hubo un déficit hídrico durante el periodo primaveral que sí pudo haber afectado la respuesta posterior de las especies, junto al aumento en contribución por parte de malezas.

En relación a la producción de las mezclas en sí y los kg de materia seca disponible por tratamiento, se pudo ver que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de festuca, pero si con los tratamientos de dactilys, los cuales presentaron una menor producción total y por lo tanto menor disponible. Esto no concuerda con una de las hipótesis previas al experimento en la cual se pensaba que la mezcla que contiene alfalfa como especie parte de la mezcla con dactilys debería de tener un aporte mayor en esta estación a la producción estival total.

Cuando se analiza la utilización de las mezclas se puede apreciar que el que posee menores valores es la mezcla de dactilys y alfalfa, esto puede estar influenciado también por el bajo aporte de las especies sembradas a la producción total. Un factor que puede haber incidido es que no hay concordancia entre las especies que componen la mezcla, preferentemente la alfalfa que presenta un porte más erecto. Las parcelas con festuca si poseen valores de utilizations acordes a resultados de otros trabajos realizados en similares periodos.

En cuanto a la composición botánica vale destacar que desvela datos que pueden ayudar en gran medida a explicar parte de los resultados obtenidos,

que es el gran porcentaje de malezas que presentaron las mezclas sin diferencias significativas entre tratamientos y del orden del 45 % a 50 %, del total.

Esto quiere decir que la dieta de los animales no estaba compuesta solo por las especies en estudio sino que en gran medida era aportado por dichas malezas, entre las que se destacaban *Digitaria sanguinalis*, *Eragrostis lugens* y *Setaria geniculata*.

Por lo tanto, la situación actual de las pasturas al momento del experimento se debe a dos factores principales, la baja implantación de las especies de interés y el nulo establecimiento de las especies C4 en sus respectivos tratamientos que determinaron una menor competencia frente a malezas anuales estivales.

En cuanto al futuro de las pasturas, es esperable una producción comprometida en relación a la persistencia, sin diferenciar entre los tratamientos.

En relación a la producción animal se puede apreciar que los animales tuvieron ganancias moderadas durante el periodo estival con valores superiores para los tratamientos de festuca y luego en otoño con valores de ganancias superiores atribuidos a los tratamientos de dactilys y alfalfa. No hubo diferencias significativas en la producción de carne total entre los distintos tratamientos, dado que la suma de todos los valores del período para cada tratamiento acercó las diferencias mostradas por día.

La presencia de *Digitaria sanguinalis*, de tipo productivo fino en estado vegetativo, permitió ganancias moderadas durante el verano, ya que al inicio de su desarrollo (vegetativo) presenta buena calidad nutricional. Avanzado su desarrollo (reproductivo) disminuye la calidad del material y disminuyen las ganancias tal como lo refleja el experimento.

Debido a la contribución de malezas, de todos los tratamientos sería muy obstinado sacar una conclusión sobre ventajas y/o desventajas así como de características de estas mezclas en este periodo. Si vale destacar la influencia del manejo y de las características climáticas en la respuesta que tienen las mezclas, ya que ese periodo de déficit hídrico en primavera así como una temperatura elevada en el periodo estival sin duda que deprime el rendimiento de las especies C3 favoreciendo a las malezas que han sacado ventajas en esos nichos en los que otras especies sienten afectado su comportamiento. También en relación al manejo, la digitaria nos demuestra la importancia de incluir en una mezcla especies C4, por lo tanto lo que principalmente afectó fue la casi

nula implantación del *Paspalum notatum* y del *Paspalum dilatatum* y más conociendo la dificultad de implantar estas gramíneas C4 debido su bajo vigor y en muchos casos la alta presencia de semillas estériles. También en lo que al manejo del pastoreo refiere sin duda nunca es óptimo para todas las especies que componen la mezcla, y más sabiendo que este ensayo es situado cronológicamente en el segundo verano de vida de estos tratamientos, por lo que seguramente se pueda haber afectado a lo largo de la vida de estas mezclas el estado de las plantas que componen los distintos tratamientos, por momentos favoreciendo su vigor y en otros deprimiéndolo.

6. RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar cuatro mezclas forrajeras durante su 3er. año de vida, su producción de forraje, composición botánica y producción animal. El primer tratamiento estaba compuesto por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, el segundo por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, el tercero por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum notatum* y el cuarto por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum dilatatum*. Las dos especies de *Paspalum* no lograron implantarse en el año de siembra, por lo que no formaron parte de la composición botánica. 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 potrero número 34 sobre la latitud 32°22'30.93"S y longitud 58°3'47.08"O. El mismo se llevó a cabo en el período comprendido entre el 06/02/2012 al 10/05/2012. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar. El área experimental abarcó una superficie de 5,12 ha, la cual fue dividida en cuatro bloques. Los bloques se dividieron en cuatro parcelas iguales, obteniendo de esta forma dieciséis parcelas, cada una de estas corresponden a la unidad experimental. Las mezclas fueron pastoreadas con novillos de raza Holando, 16 por cada bloque, con un peso individual promedio de ingreso de 262 kg. Cada tratamiento fue pastoreado con 4 novillos. En dicho período se mantuvo un promedio de 307 kg de PV/animal y 959 kg/PV/ha. El método de pastoreo utilizado fue rotativo y la ocupación en la franja fue hasta alcanzar una intensidad de 7 cm. Los resultados obtenidos muestran que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la altura del remanente y la altura del disponible así como tampoco en la producción animal. Si hubo diferencias significativas para las variables: producción de MS por hectárea, forraje disponible, forraje remanente, en el porcentaje de utilización, tasa de crecimiento y composición botánica.

Palabras clave: Mezclas forrajeras; Pastoreo; Producción de forraje; Producción animal.

7. SUMMARY

The main objectives of this present study were to evaluate four different pasture mixtures during their 3rd. year, their forage production, botanical composition and meat production. The first treatment had *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa*, the second treatment was sowed with *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*, the third one had *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* and *Paspalum dilatatum* and the fourth treatment had *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* and *Paspalum notatum*. Both paspalum species are not implanted, so the research was based on two treatments: *Dactylis glomerata* with *Medicago sativa* and *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*. The experiment was conducted at the Experimental Station Dr. Mario A. Cassinoni (Faculty of Agronomy, Republic University; Paysandu, Uruguay) located about 363 km of National Highway number 3, in paddock number 34 at latitude 32°22'30.93'' S and longitude 58°3'47.08''O. This research was carried out between 06/02/2012 and 10/05/2012. The experimental design was completely randomized blocks. The experimental area were 5.12 has., divided in four blocks. The blocks were divided in four equal plots, having 16 different plots, each one was a different experimental unit. The mixture were grazed with Holstein steers, 4 in each block, with an average initial weight of 262 Kg. Each treatment was grazed with 4 steers. During the research the average weight was 307 kg de PV/animal and an average support of 959 kg/PV/animal. The grazing method was rotational and the criterion used to change of fringe was an intensity of 5cm. The results suggest that there were no significative difference between mixtures in remanent heigh and disponible height, neither in animal production. There were significative difference between mixtures with the next variables: dry matter production, available forage, remanent forage, utilization percentage, growth rate and botanical composition.

Keywords: Fodder mixtures; Pastures; Forage production; Animal production.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ABUD, M. J.; GAUDENTI, L.; ORTICOCHEA, V.; PUIG, V. M. 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. Fundamento para el manejo de pastizales y pasturas cultivadas de la pampa húmeda bonaerense. INTA Balcarce. Boletín Técnico no. 147. 16 p.
3. _____; LEMAIRE, G. 2000. Leaf tissue turnover and efficiency herbage utilization. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; de Moraes, A.; Carvalho, F.; Nabinger, C. eds. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Oxon, CAB International. cap. 14, pp. 265-287.
4. AGUSTONI, F.; BUSSI, L.; SHIAMBUKURO, M. 2008. Efecto de la asignación de forraje sobre la productividad de una pasture de Segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.
5. ALBANO, J. S.; PLATERO, T.; SARACHU, N. 2013. Evaluación invierno-primaveral de mezclas forrajeras en el primer año de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 71 p.
6. ALMADA, S.; PALACIOS, M.; VILLALBA, S.; ZIPITRÍA, G. 2007. Efectos de la asignación 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.
7. ALTAMIRANO, A.; da SILVA H.; DURÁN, A.; PANARIO, U.; PUENTES, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. 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, J. 2011. Efecto del tipo de mezcla forrajera sobre la productividad del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 60 p.

10. AZANZA, A.; PANISSA, R.; RODRÍGUEZ, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el periodo primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81 p.
11. BARNES, D. K.; SCHEAFFER, C.C. 1995. Alfalfa. In: Barnes, R. F.; Miller, D. A.; Nelson, C. J. eds. Forages; an introduction to grassland agriculture. 5th. ed. Ames, IA, Iowa State University Press. v.1, cap. 16, pp. 206-211.
12. BIANCHI, S.; DÍAZ, A.; MUSACCO, M. 2012 Evaluación estivo-otoñal de cuatro mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.
13. BOGGIANO, P. 2000. Dinámica de producao primaria da pastagem nativa em área fertilidade corrigida sob efeito de abundacao nitrogenada e asignacao de forragem. Tese Doutorado. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 191 p.
14. BRETSCHINDER, G. 2008. Como controlar el empaste. (en línea). Rafaela, INTA. s.p. Consultado 20 nov. 2013. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
15. BURSON, R. 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. 5th. ed. Ames, IA, Iowa State University Press. pp. 431-440.
16. CANGIANO, C.; ESCUDER, C.; GALLI, J.; GÓMEZ, P.; ROSSO, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
17. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 464 p.
18. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
19. _____. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
20. _____. 2007. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. t 3, 403 p.

21. _____. 2008. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 530 p.
22. _____. 2010. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 352 p.
23. CARLEVARO, P.; CARRIZO, J. 2004. Comparación de la producción de mezclas forrajeras bajo manejos de defoliación basados en la cobertura del suelo y altura del tapiz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 165 p.
24. CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *In*: International Grassland Congress (17th., 1993, Parliament North). Proceedings. Palmerston North, Massey University. pp. 95-104.
25. CHILIBROSTE, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; predicción de consumo. *In*: Jornadas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 1-7.
26. _____. 2002. Interacción de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el periodo otoño-invernal. *In*: Jornadas de Buiatría (30as., 2002, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 90-96.
27. COLABELLI, M.; AGNUSDEI, M.; MAZZANTI, A.; LAVREVEUX, 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.
28. CORREA URQUIZA, A. 2003. Mezclas forrajeras. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. s.p. Consultado 20 ago. 2012. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/18-mezclas_forrajeras.pdf
29. DE LAS RIVAS, J. 2000. La luz y el aparato fotosintético. *In*: Azcón-Bieto, J.; Talón, M. eds. Fundamentos de fisiología vegetal. Barcelona, Mc Graw-Hill Interamericana. cap. 9, pp. 131-153.

30. DE LEÓN, M. 2007. Interacciones “pastura-animal”. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Cuadernillo clásico de forrajeras no. 135. 2 p.
31. DEREGIBUS, V. A.; SÁNCHEZ, R. A.; CASAL, J. J.; TRILICA, M. J. 1985. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in a humid natural grassland. *Journal of Applied Ecology*. 22: 199-206.
32. DÍAZ, J. E.; GARCÍA, J. A.; REBUFFO, M. 1996. Crecimiento de las leguminosas en la Estanzuela. Montevideo, INIA. 12 p. (Serie Técnica no. 71).
33. DONALD, C. M. 1963. Competition among crops and pasture plants. *Advances in Agronomy*. 15(1): 1-18.
34. FARIÑA, M.; SARAVIDA, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 82 p.
35. FOGLINO, F.; FERNÁNDEZ, J. 2009. Efecto del periodo 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.
36. FORMOSO, F. 1993. *Lotus corniculatus*; performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).
37. _____. 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).
38. _____. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
39. _____. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para la producción de forraje y semilla. Montevideo, Uruguay, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
40. FRAME, J. 1996. Forage legumes for temperate grassland. Plymouth, FAO/Science Publishers. 309 p.

41. GARCÍA, J. A. 1971. Influencia de factores ambientales sobre el rendimiento y calidad de la semilla en tres biotipos de *Paspalum dilatatum* Poir. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. 123 p.
42. _____. 1995. Estructuras del tapiz de praderas. Montevideo, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 66).
43. GARDUÑO VELÁZQUEZ, S.; PÉREZ PÉREZ, J.; HERNÁNDEZ GARAY, A.; HARRERA HARO, J. G.; MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, P. A.; JOAQUÍN TORRES, B. M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. *Técnica Pecuaria en México*. 47(2): 189-202.
44. GOMES DE FREITAS, S.; KLASSEN, A. 2011. Efecto de la fecha de siembra y tipo de barbecho en la implantación y producción inicial de mezclas con *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 91 p.
45. HARRIS, W.; THOMAS, J. J. 1973. Composition among positive plants. 3. Effects of frequency and height of cutting on competition between white clover and ryegrass cultivars. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 16(1): 49-58.
46. _____.; LANZENBY, A. 1974. Competitive interaction of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. *Australian Journal of Agriculture Research*. 25(2): 227-246.
47. HODGSON, J. 1984. Sward condition, allowance and animal production; in evaluation of research results. *Proceeding of New Zealand Society of Animal Production*. 44: 99-104.
48. _____. 1990. *Grazing management; science into practice*. New York, Longman. 203 p.
49. HOLT, E. C. 1956. Dallisgrass. Texas Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin no. 829. 14 p.
50. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA); INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE). 2010. Catálogo. (en línea). Montevideo. pp. 29-69. Consultado ago. 2013. Disponible en

http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2010/publicacionforraj2010.pdf

51. _____. 2012. Catálogo. (en línea). Montevideo. pp. 58-81. Consultado ago. 2013. Disponible en <https://www.inase.uy/files/docsab2ffec488b6f2c0.pdf>
52. JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. 1979. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. *Grass and Forage Society*. 34: 273-282.
53. JONES, R. M. 1986. Persistencia de las especies forrajeras bajo pastoreo. *In*: Lascan, C.; Pizarro, E. eds. Evaluación de pasturas con animales; alternativas metodológicas. Cali, CIAT. pp. 162-200.
54. LEMAIRE, G. 1985 Cinétoque de croissance d'un perplement de fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Scherb.) pendant l'hiver et le printemps. Effets de factures climatiques. Thèse Doctorale Sciences Naturelles. Caen, France. Université de Caen. s.p.
55. LANGER, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas, establecimiento de la pastura. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 514 p.
56. MCKEE, W. H.; BROWN, R.H.; BLASER, R. E. 1967. Effect of clipping and nitrogen fertilization on yield of tall fescue. *Crop Science*. 7(6): 567-570.
57. MARASCHIN, G. E. 2001. Gramas batatais, forquilha e bahiagrass. *In*: Simpósio sobre Manejo de Pastagem (17th., 2000, Piracicaba, Brasil). Proceedings. Piracicaba, FEALQ. pp. 217-229.
58. MATHEW, L.; ASSUERO, S. G.; BLACK, L. K.; HAMILTON, N. R. 2000. Tiller dynamics of grazed swards. *In*: Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, A de.; Carvalho, P. C. de F.; Nabinger, C. eds. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Curitiba, CABI. pp. 127-150.
59. MILLOT, J. C. 1991 Manejo del pastoreo y su incidencia sobre la composición botánica y productividad del campo natural. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 68-70 (Serie Técnica no. 13).

60. MONTOSSI, F.; RISSO, D.; FIGURINA, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. In: Risso, D. F.; Beretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).
61. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford). Proceedings. Oxford, Allden. pp. 606-611.
62. NELSON, D.; COX, M. 2006. Lenhinger; principios de bioquímica. 4^a. ed. Barcelona, Omega. 1119 p.
63. PIZZARRO, E. A. 2000. Potencial forrajero del género paspalum. Pasturas Tropicales. 22(1): 38-46.
64. POPPI, D. P.; HUGHES, T. P.; L'HULLIER, 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).
65. _____.; THOMPSON, K. F. 1994. Livestock production from pasture. In: Lagner, R. H. M. ed. Pastures; their ecology management. Auckland, Oxford University. pp. 263-283.
66. PRESNO, J. P.; de SOUZA, P. A. 2013. Productividad invierno-primaveral de praderas mezcla con *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata* en su tercer año pastoreadas con novillos Holando con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 78 p.
67. REBUFFO, M. 2000. Adopción de variedades en Uruguay. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 5-13 (Boletín de Divulgación no. 69).
68. RHODES, I. 1969. The yield, canopy structure, and hight interception of two ryegrass varieties in mixed culture and monoculture. Journal of the British Grassland Society. 24: 123-127.
69. 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.

70. SAIBRO, J. C. 1980. Forrageiras tropicales recomendadas para o Rio Grande do Sul. In: Seminario sobre Pastagens; de que Pastagen Necesitamos (1^a, 1980, Porto Alegre, Brasil). Trabalhos apresentados. Piracicaba, FEALQ. pp. 99-116.
71. SANTIÑAQUE, F. 1979. Estudios sobre la productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
72. _____; CARÁMBULA, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. 2(1): 16-21
73. SCHNEITER, O. 2005. Mezclas de especies forrajeras templadas. In: Jornada de Actualización Técnica de Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina). Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. s.p.
74. SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. 1992. Gramíneas tropicales. Roma, FAO. 849 p. (FAO. Producción y protección vegetal no. 28).
75. SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. 1995. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. Crop Science. 35(1): 4-10.
76. THOM, E. R. 2003. The place of Paspalum in New Zealand pastures. Revista Agropecuaria Producción Animal. 23(3-4): 131-134.
77. 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.
78. VERIBONA, N. 2006. Calidades y aptitudes del trébol blanco. (en línea). Rio Cuarto, s.e. s.p. Consultado 20 nov. 2013. Disponible en <http://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=123>
79. VINE, D. A. 1983. Sward structure changes within a perennial ryegrass sward; leaf apparence and drath. Grass and Forage Science. 38: 231-242.
80. WALES, W. J.; DOYLE, P. T.; DELLOW, D. W. 1998. Dry matter intake, nutrient selection by lactating cows grazing irrigate pasture at different pasture allowences in summer and autumn. Australian Journal of Experimental Agriculture. 38(5): 451-460.

81. WATSON, H.; WARD, C. 1970. Influence of intact tillers and height of cut on regrowth and carbohydrate reserve in Dallisgrass (*Paspalum dilatatum* Poir). Crop Science. 10: 474-477.
82. ZANONIANI, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangüé. no. 15: 13-17.
83. _____; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25: 5-11.
84. _____; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M.; SILVEIRA, D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reunión de Grupo Técnico Regional del Cono Sur. Grupo Campos (21^a., 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
85. _____. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. Agrociencia (Montevideo). 14(3): 26-30.