

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACION INVERNO-PRIMAVERAL DE
MEZCLAS FORRAJERAS EN EL PRIMER AÑO DE
VIDA

por

José Saviniano ALBANO
Tomás PLATERO
Nicolás SARACHU

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2013

Tesis aprobada por:

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

Ing. Agr. PhD Pablo Boggiano

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha: 25 de febrero de 2013

Autor: -----
José Saviniano Albano

Tomás Platero

Nicolás Sarachu

AGRADECIMIENTOS

En especial agradecemos a nuestras familias que nos apoyaron siempre a lo largo de todos los años de nuestra carrera.

A la Facultad de Agronomía por la oportunidad de realizar la carrera.

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

Al personal de la EEMAC por su colaboración en la etapa de campo.

A la Ing. Agr. Monica Cadenazzi por el asesoramiento y colaboración en el análisis estadístico de los datos.

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

Al personal de bedelía especialmente a Mirtha Navarro.

Y a todas las personas que de alguna u otra manera hicieron que este trabajo se pueda llevar a cabo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1 <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2 <u>REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1 CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LAS MEZCLAS.....	3
2.1.1 <u>Lotus corniculatus</u>	3
2.1.2 <u>Trifolium repens</u>	4
2.1.3 <u>Festuca arundinacea</u>	6
2.1.4 <u>Dactylis glomerata</u>	7
2.1.5 <u>Medicago sativa</u>	9
2.1.6 <u>Paspalum dilatatum</u>	12
2.1.7 <u>Paspalum notatum</u>	13
2.2 IMPLANTACIÓN.....	15
2.2.1 <u>Datos de implantación de mezclas y especies</u>	15
2.2.2 <u>Germinación y emergencia de las plántulas</u>	16
2.2.3 <u>Establecimiento</u>	18
2.2.4 <u>Datos de relación parte aérea/raíz</u>	18
2.2.5 <u>Condiciones ambientales que determinan el comportamiento inicial de las plántulas</u>	19
2.2.6 <u>Pautas para el manejo inicial del pastoreo</u>	20

2.3	DINÁMICA DEL CRECIMIENTO DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS	22
2.3.1	<u>Gramíneas</u>	22
2.3.2	<u>Leguminosas</u>	25
2.4	MEZCLAS FORRAJERAS	26
2.5	EFFECTO DEL PASTOREO	32
2.5.1	<u>Introducción</u>	32
2.5.2	<u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	32
2.5.2.1	Intensidad.....	32
2.5.2.2	Frecuencia.....	33
2.5.3	<u>Efecto del pastoreo en dinámica del crecimiento de gramíneas y leguminosas</u>	35
2.5.4	<u>Efecto del pastoreo sobre la pastura</u>	38
2.5.4.1	Efectos sobre el rebrote	39
2.5.4.2	Efectos sobre la producción de materia seca.....	40
2.5.4.3	Efectos sobre la estructura y morfología	42
2.5.4.4	Efectos sobre la composición botánica	44
2.5.4.5	Efectos sobre la persistencia.....	47
2.5.4.6	Efectos sobre la calidad	48
2.5.5	<u>Efectos sobre la utilización del forraje</u>	49
2.5.6	<u>Efecto del pastoreo sobre la performance animal</u>	51
2.6	PRODUCCION DE FORRAJE	53
2.7	PRODUCCION ANIMAL.....	54
2.7.1	<u>Introducción</u>	54
2.7.2	<u>Datos de ganancias en tesis anteriores</u>	57
3	<u>MATERIALES Y METODOS</u>	58
3.1	CONDICIONES EXPERIMENTALES.....	58

3.1.1	<u>Lugar y período experimental</u>	58
3.1.2	<u>Descripción del sitio experimental</u>	58
3.1.3	<u>Antecedentes del área experimental</u>	58
3.1.4	<u>Tratamientos</u>	59
3.1.5	<u>Diseño experimental</u>	59
3.2	METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	60
3.2.1	<u>Variables determinadas</u>	60
3.3	HIPÓTESIS.....	63
3.3.1	<u>Hipótesis biológica</u>	63
3.3.2	<u>Hipótesis estadística</u>	63
3.4	ANALISIS ESTADISTICO.....	64
3.4.1	<u>Modelo estadístico</u>	64
4	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	65
4.1	DATOS METEOROLOGICOS.....	65
4.1.1	<u>Temperatura</u>	65
4.1.2	<u>Precipitaciones</u>	66
4.2	IMPLANTACION.....	67
4.2.1	<u>Implantación según especie</u>	67
4.2.2	<u>Implantación por mezcla</u>	68
4.2.3	<u>Relación parte aérea/raíz</u>	69
4.3	PRODUCCION FORRAJE.....	70
4.3.1	<u>Forraje disponible</u>	70
4.3.2	<u>Forraje remanente</u>	71
4.3.3	<u>Evolución de la materia seca disponible y remanente</u>	72
4.3.4	<u>Forraje desaparecido</u>	74
4.3.5	<u>Porcentaje de utilización</u>	74

4.3.6	<u>Altura del disponible, del remanente y altura utilizada</u>	75
4.3.7	<u>Producción de materia seca (MS)</u>	77
4.3.8	<u>Tasa de crecimiento</u>	78
4.3.9	<u>Crecimiento en altura</u>	79
4.4	COMPOSICION BOTANICA	80
4.4.1	<u>Composición botánica del forraje en porcentaje</u>	80
4.4.2	<u>Evolución de la composición botánica en porcentaje a lo largo del pastoreo</u>	82
4.4.3	<u>Composición botánica del forraje en materia seca (MS)</u>	84
4.5	PRODUCCION ANIMAL	87
5	<u>CONCLUSIONES</u>	91
6	<u>RESUMEN</u>	92
7	<u>SUMMARY</u>	93
8	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	94
9	<u>ANEXOS</u>	110

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Porcentaje de germinación de otros trabajos.....	17
2. Peso en gramos de 1000 semillas de otros trabajos	17
3. Porcentaje de implantación según especie.....	67
4. Porcentaje de implantación según mezcla.....	69
5. Relación parte aérea/raíz.....	69
6. Materia seca disponible promedio para los dos tratamientos	70
7. Materia seca del remanente para los dos tratamientos	71
8. Forraje desaparecido en ambos tratamientos.....	74
9. Porcentaje de utilización	75
10. Altura del disponible, altura del remanente y altura utilizada	75
11. Producción de materia seca según tratamiento	77
12. Tasa de crecimiento según pastoreo y tratamiento	78
13. Crecimiento en altura.....	79
14. Porcentaje de suelo desnudo en ambos tratamientos	80
15. Composición botánica del disponible en porcentaje	81
16. Composición botánica del remanente en porcentaje	81
17. Composición botánica del forraje disponible en materia seca	85
18. Composición botánica del forraje remanente en materia seca	85
19. Ganancia de peso individual promedio	88
20. Asignación de forraje y ganancia diaria según tratamiento.....	88
21. Ganancia diaria individual promedio	90
22. Producción total por hectárea	90
Figura No.	
1. Croquis de la distribución de los bloques y tratamientos del experimento	60

Gráfico No.

1. Temperaturas medias	65
2. Precipitaciones mensuales	66
3. Evolución de la materia seca para ambos tratamientos.....	72
4. Evolución de la composición botánica del tratamiento 1 (%)	82
5. Evolución de la composición botánica del tratamiento 2 (%)	83
6. Evolución de la composición botánica a lo largo del pastoreo en materia seca. Tratamiento 1	86
7. Evolución de la composición botánica a lo largo del pastoreo en materia seca. Tratamiento 2	87

1 INTRODUCCIÓN

La producción agropecuaria en el Uruguay tiene desde el punto de vista económico una gran importancia, ya que representa en promedio entre 2004 y 2011 el 8,7% del PBI total (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2012), donde la producción pecuaria representa el 50%, la agricultura el 43% y la silvicultura el 7%.

El avance de la agricultura de secano en particular la soja, y en menor medida la forestación, es un tema que genera preocupaciones en la cadena cárnica ya que estas actividades se transformaron en los últimos años en un creciente competidor por la tierra. Como consecuencia los precios de compra/venta y de arrendamiento se incrementaron y la superficie dedicada al pastoreo se redujo.

Frente a esta reducción de superficie de pastoreo, se buscan alternativas que permitan una mayor producción de forraje así como una mayor eficiencia en su utilización para mantener y/o aumentar los niveles de producción en el sector.

El manejo correcto del pastoreo es de vital importancia para lograr la máxima producción de la pastura y maximizar la producción animal. Para ello es necesario entender la variación de las características morfológicas y fisiológicas de las distintas especies forrajeras a lo largo del año.

Las pasturas cultivadas mixtas suponen la sustitución total de la vegetación presente, la preparación de una buena sementera, el agregado de nutrientes y la siembra de mezclas forrajeras compuestas por gramíneas y leguminosas. Uno de los objetivos más importantes es lograr de ellas los máximos rendimientos de materia seca por hectárea explotando las ventajas y bondades que ofrecen ambas familias. Actualmente es muy común el uso de mezclas forrajeras tipo multipropósito formadas por tres o cuatro especies complementarias, intentando una buena distribución estacional (Carámbula, 2004).

Para obtener altos rendimientos de materia seca de elevado valor nutritivo durante varios años distribuido a lo largo del año en forma uniforme, es necesario implementar el uso de mezclas forrajeras tipo multipropósito formadas por tres o cuatro especies complementarias. También es necesario que estén formadas por gramíneas y leguminosas ya que ni las gramíneas solas, ni las leguminosas puras proveen una buena pastura. Las gramíneas entre otras características aportan productividad sostenida por muchos años, estabilidad en la pastura, baja sensibilidad al pastoreo, baja susceptibilidad a

enfermedades y plagas y baja vulnerabilidad a la invasión de malezas. Por otro lado las leguminosas, aportan: nitrógeno a las gramíneas, poseen alto valor nutritivo para completar la dieta animal, y son promotoras de fertilidad en suelos naturalmente pobres, así como degradados por un mal manejo (Carámbula, 2004).

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. Actualmente es poco común el uso de gramíneas perennes estivales posiblemente debido a que poseen un contenido de energía neta, proteína cruda y fósforo menor que las gramíneas perennes invernales. Estas características afectan notablemente las producciones animales. Pero por otro lado su uso puede beneficiar la persistencia y productividad de la pastura ya que deprime el establecimiento de las malezas en el verano (Carámbula, 2002a).

El objetivo del presente trabajo es evaluar la implantación, producción invierno-primaveral y composición botánica de cuatro mezclas forrajeras durante el primer año de vida. Como objetivo secundario se evaluó la producción animal en los diferentes tratamientos. La mezclas fueron: *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*; *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*; *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum dilatatum*; *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum notatum*.

Esta tesis es el comienzo de un trabajo de investigación que intenta corroborar como hipótesis que la inclusión de especies C4 en mezclas con mayor producción invierno-primaveral compuestas por especies C3 (como es la mezcla bien conocida de *Festuca*, Trébol blanco y *Lotus*), podrían disminuir el déficit estival que estas presentan, mejorando así la estacionalidad, la producción y persistencia. A su vez se hace la comparación con otra mezcla de alta producción estival como referencia, como es la mezcla de *Dactylis* y Alfalfa.

2 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LAS MEZCLAS

2.1.1 Lotus corniculatus

Es una especie perenne estival, erecta a decumbente según el cultivar. Presenta un sistema radicular pivotante profundo, la cual la hace resistente a la sequía y suelos secos (Zanoniani y Ducamp, 2004).

En lo que respecta a su adaptación, es sumamente plástico puesto que se desarrolla tanto en suelos arenosos como arcillosos, secos como húmedos, ácidos como alcalinos y hasta con poco fósforo. Sin embargo responde al agregado de fertilizantes fosfatados, aunque en menor grado que *Trifolium repens* o *Medicago sativa* (Langer, 1981).

Posee una mayor persistencia en suelos secos que en húmedos por ser susceptible a enfermedades causada por hongos en el sistema radicular y la corona (Pereira, 2007).

Al igual que las praderas mixtas presenta una clara tendencia a una estacionalidad más marcada a medida que el cultivo envejece (Carámbula, 2002a).

Posee un alto valor nutritivo, su heno es comparable al de la alfalfa y su forraje verde al del trébol blanco. Su calidad declina al avanzar el ciclo pero no tan rápido como la alfalfa. No produce meteorismo por lo que puede ser sembrado en cultivo puro (Buxton et al., 1985).

Es una especie muy sensible a las prácticas de manejo, ya que presenta como característica fundamental, el alargamiento de los entrenudos formando tallos erectos, lo cual determina que la defoliación retire folíolos, meristemas apicales y axilares que se encuentran por encima de la altura de corte. De esta forma las hojas más nuevas se encuentran en la parte superior del canopeo, determinando en la mayoría de los casos que el área foliar remanente luego del pastoreo sea nula o de baja capacidad fotosintética, siendo el rebrote en gran parte dependiente de las reservas acumuladas previamente (Zanoniani y Ducamp, 2004).

En lo que respecta al tipo de pastoreo, es una especie que se beneficia con pastoreos aliviados, con alturas de 20-25 cm antes de ser defoliado, y con remanentes no menores de 7,5 cm. A su vez los cultivares erectos deben quedar con más rastrojo que los postrados, debiendo ser los pastoreos rotativos y racionales. La reinstalación de nuevas plantas y rebrotes desde la corona se ve favorecida por un manejo intenso en el otoño, que permita la entrada de luz a horizontes más profundos. Este manejo del pastoreo racional es fundamental para aprovechar la buena producción de semilla y excelente resiembra de esta especie (Zanoniani y Ducamp, 2004).

El cultivar utilizado en el experimento fue San Gabriel. Se caracteriza por presentar una producción continua durante todo el año, la menor producción observada en el período invernal se atribuye en parte a la ocurrencia de temperaturas infra-óptimas que afectan negativamente a la fotosíntesis neta y no por la presencia de latencia. *“Con la excepción del primer verano, siempre las tasas medias de producción de materia seca en primavera son superiores a la de verano, independientemente de la edad. En otoño e invierno las tasas medias de producción son sustancialmente inferiores a las de primavera y verano, siendo invierno la estación de menor producción dentro de cada edad del cultivo”* (Formoso, 1993).

Posee una distribución primavero-estivo-otoñal (Zanoniani y Ducamp, 2004), concentrando el 74% en primavera-verano (Zanoniani, 2006).

Según convenio INIA-INASE el lotus San Gabriel reportó valores de producción durante el primer año de vida cercanos a 3960 kg MS/ha de producción acumulada, promedio de siembras de 2006, 2007, 2008, 2010 y 2011 (INASE, 2012).

2.1.2 Trifolium repens

Es una leguminosa perenne invernal, de hábito de crecimiento estolonífero, de mayor producción en primavera, normalmente no crece en verano. Posee muy buena sanidad (Díaz, 1995), y un elevado valor nutritivo a lo largo de toda la estación de crecimiento (Carámbula, 2002a).

Por su alta producción de forraje de calidad excelente, su persistencia con manejos intensivos y la habilidad para competir con gramíneas perennes a la vez de aportarles grandes cantidades de nitrógeno, esta especie contribuye a formar las mejores pasturas del mundo. Se adapta mejor a suelos medianos a pesados, fértiles y húmedos. No tolera suelos superficiales, siendo sensible a la

sequía. Admite pastoreos relativamente intensos y frecuentes al poseer tallos estoloníferos que enraizan en los suelos muy eficientemente (Langer, 1981).

Posee muy buena semillazón y resiembra natural. Esta especie tiene la capacidad de persistir tanto vegetativamente como por semillas duras, dualidad especialmente valiosa para ocupar nichos vacíos en la pastura.

Prolongados períodos de alta temperatura, así como suelos mal drenados, salinos, alcalinos, o períodos de seca, reducen su crecimiento y persistencia (Carlson et al., 1985).

La gran adaptación de esta especie al manejo intenso y frecuente, acompañados de altos rendimientos de materia seca que produce se deben a los siguientes atributos: porte rastrero, meristemas bajo el horizonte de pastoreo, índice de área foliar óptimo bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior y hojas maduras en el estrato superior. Si bien se adapta a sistemas de pastoreo intensos, el trébol blanco al igual que todas las plantas forrajeras, se ve afectada por manejos severos y exagerados (Carámbula, 2002a).

Bajo regímenes severos de defoliación, se reduce el tamaño de hoja, se afecta el crecimiento de la planta, aumentando la susceptibilidad de la misma a la competencia de las gramíneas o frente a períodos secos (Brougham, citado por Foglino y Fernández, 2009)

Lo más adecuado sería aplicar manejos que permitan mantener plantas vigorosas que presenten mayor longitud de estolones por área de suelo e incrementos en el diámetro de los mismos, mayor peso individual de las hojas, así como mayor proporción de hojas cosechables (Carámbula, 2002a).

En condiciones de campo, el sistema de pastoreo o corte puede afectar el contenido de trébol y su performance en la pastura. El método de pastoreo rotativo comparado con el continuo, mejora la performance de la especie, aumentando el peso de los estolones (Hay, citado por Olmos, 2004), el largo de los mismos, la sobrevivencia de las plantas y su ramificación (Chapman, citado por Olmos, 2004). Para el pastoreo rotativo se recomienda utilizar una frecuencia de 12 a 15 cm en invierno y 18 cm en primavera, con una intensidad de 3 a 5 cm. (Zanoniani et al., 2006).

Respecto a la época de siembra, se recomienda hacerlo en la primera mitad de otoño. Las densidades a utilizar son 4 kg/ha en forma pura, y de 2 a 4 kg/ha en mezcla (Carámbula, 2002a).

Como debilidades se puede decir que presenta alto riesgo de generar meteorismo, principalmente en el crecimiento primaveral. Debido a esta desventaja de la especie, cuando es utilizado para uso pastoril se siembra con una gramínea que presenta similar ciclo de producción, para de esta forma generar una oferta de forraje balanceada minimizando el riesgo de meteorismo (Arenares et al., 2012).

El cultivar utilizado en el experimento es Estanduela Zapicán el cual presenta un buen aporte invernal de forraje, produce muy bien desde otoño hasta mediado de la primavera. Según la evaluación nacional de cultivares del convenio INIA-INASE, dicho cultivar registró producciones en su primer año de vida entorno a 6180 kg MS/ha, promedio de siembras de 2008, 2009 y 2010, siendo superado únicamente por el cultivar Corrales (INASE, 2012).

2.1.3 *Festuca arundinacea*

Es una gramínea perenne invernal, cespitosa a rizomatosa, se adapta a un rango amplio de suelos aunque prospera mejor en suelos medios a pesados, y tolera suelos ácidos y alcalinos. Crece bien en lugares húmedos y presenta a la vez buena resistencia a la sequía, pero conserva menos hojas verdes que el dactylis (Carámbula, 2002a).

Esta especie presenta lenta implantación siendo dominada fácilmente por especies de rápido crecimiento inicial y corriendo el riesgo de desaparecer de la mezcla por competencia (Langer, 1981).

Debido a su alta producción y a su rebrote rápido, necesita disponer de muy buena fertilidad, ya sea mediante fertilizantes nitrogenados o mediante la siembra de leguminosas asociadas. En este sentido sus hojas relativamente erectas le permiten coexistir con las leguminosas, formando en especial con trébol blanco una mezcla muy valiosa. Bajo buena fertilidad posee muy buena persistencia y buena producción de semilla (Carámbula, 2002a).

La festuca admite defoliaciones intensas y relativamente frecuentes debido no solo porque las sustancias de reservas se encuentran en las raíces y rizomas cortos que forman la corona de las plantas, sino también porque por lo general, las plantas presentan áreas foliares remanentes altas luego de los pastoreos (Mckee, 1967). En cuanto al manejo del pastoreo, este puede ser intenso y frecuente (de 15 a 18 cm de altura a remanentes de 5 a 7 cm), debido a que las reservas de las plantas se encuentran en raíces y rizomas (Ayala et al., 2010).

La falta de marcada latencia estival y la carencia de órganos apropiados para acumular grandes volúmenes de reservas, hace que requiera un manejo cuidadoso en el verano, de lo contrario el manejo excesivamente intensivo puede hacer peligrar la productividad y la persistencia de la pastura. La persistencia de la festuca depende fundamentalmente del desarrollo de un buen sistema radicular desde fines de invierno y primavera, lo que permite explorar mejor el suelo en épocas de sequía (Carámbula, 2002a).

La festuca es una planta esencialmente de pastoreo que debe ser utilizada de forma que no crezca mucho ni que se endurezca, ya que si pierde terneza pierde digestibilidad y apetecibilidad y por lo tanto el animal la rechaza (Carámbula, 2002a).

Posee algunas características negativas: puede poseer porcentajes relativamente altos del hongo endófito *Neotyphodium oenophyalum*, que provoca festucosis en los animales (Carámbula, 2002a), no se resiembraba naturalmente, y tiene una lenta implantación dado que sus plántulas son muy poco vigorosas, siendo una de las especies que sufre más en siembras consociadas con cereales. Se la debe manejar con mucho criterio en el estado de plántula, de lo contrario se corre el riesgo de perderla por competencia con malezas o con especies forrajeras de buen vigor inicial (Carámbula, 2004). Por consecuencia la producción durante el primer año es baja de manera que el manejo debe ser el adecuado para asegurar su persistencia (Langer, 1981).

Los trabajos realizados en Tacuabé permiten definirla como un cultivar de: elevados rendimientos anuales de materia seca; alto potencial de producción de forraje durante el período otoño-invernal; excelente persistencia productiva, de floración temprana y que permite mantener un balance más adecuado de la relación festuca trébol blanco (Formoso, 2010).

Según la evaluación nacional de cultivares del convenio INIA-INASE en el primer año de vida Tacuabé produjo alrededor 6700 kg MS/ha en promedio de siembras de 2009, 2010 y 2011 (INASE, 2012).

2.1.4 *Dactylis glomerata*

Dactylis glomerata es una gramínea perenne, cespitosa, con macollos achatados intravaginales, lígula blanca, sin aurículas, con hojas y vainas glabras, y lámina navicular (García, 1995a).

Se caracteriza por formar matas individuales ya que no produce rizomas ni estolones y forma un tapiz abierto con matas definidas.

Se adapta a un rango amplio de suelos, desde texturas arenosas a pesadas, aunque su mejor performance se obtiene en suelos de texturas medias a permeables. Tiene menos requerimientos en fertilidad que festuca. Con buen establecimiento, aún en suelos ácidos, se implanta más rápido pero es menos tolerante a la sequía que la festuca. También presenta baja tolerancia al exceso de humedad (Carámbula, 2002a).

El *Dactylis glomerata* es una valiosa gramínea forrajera que se adapta bien a una fertilidad moderada y a un bajo contenido de humedad del suelo (Langer, 1981).

El dactylis es una gramínea perenne invernal que, a diferencia de *Festuca arundinacea* y *Lolium perenne* (raigrás) tienen mayor producción de forraje en el período de primavera-verano. “Además, tiene como característica diferencial su hábito de crecimiento más erecto, que hace que tenga mejor comportamiento en mezclas con otras especies de tipo erecto, por ejemplo con alfalfa o trébol rojo. En esas situaciones resulta una opción más interesante desde el punto de vista del manejo del pastoreo, por su buen aporte de fibra, reducción del meteorismo y la mejora del piso”.¹

Es una gramínea perenne más resistente a las altas temperaturas y al estrés hídrico, por lo que en primavera deja de producir mucho más tarde, y empieza a producir mucho más temprano en el otoño. Eso implica que en las condiciones que se dan al norte del río Negro, las mezclas que tienen dactylis como componente perenne, cuando son bien manejadas, terminan siendo más productivas y en definitiva van a ser más longevas porque tienen mucho mejor comportamiento de competencia frente a las malezas.²

Una de sus principales características es su buena resistencia a la sequía; dentro de las gramíneas perennes invernales, el dactylis es de las que mejor utiliza el agua durante el verano. Esta gramínea posee un sistema radicular muy superficial, pero tolera períodos cortos de sequía. Antes y durante el verano deberá manejarse de tal forma que se promueva una buena producción de raíces y el mantenimiento de áreas foliares adecuadas. Tiene buena capacidad para resemebrarse (García, 1995a), aunque en condiciones de campo es muy difícil lograr resiembra o encontrar plantas resemebradas.³

Las sustancias de reserva de esta especie se encuentran ubicadas en las bases de las macollas y en las vainas de las hojas. Este carácter lo

¹ Zanoniani, R. 2010. Com personal.

² Silbermann, A. 2010. Com personal.

³ Zanoniani, R. 2010. Com personal.

distingue de festuca, en la cual dichas sustancias se encuentran en rizomas fuera del alcance del animal. Por consiguiente el dactylis acepta defoliaciones frecuentes pero no intensas, ya que de lo contrario los animales afectarían a las plantas, al consumir directamente las sustancias de reserva. Es una especie que responde muy bien al pastoreo rotativo, presentando buena digestibilidad y buena apetecibilidad si se mantiene corto (Carámbula, 2002a).

Es una especie que la producción total anual y estacional depende del manejo del pastoreo. En una pastura mixta el manejo durante todo el año, de frecuencia 18 cm e intensidad 7 cm registran los mayores rendimientos anuales de la pastura, en este caso particular un manejo otoñal de frecuencia 7,5 cm e intensidad de 2,5 cm aproximadamente se favoreció el *D. glomerata* ya que disminuyó la competencia de otras especies componentes de la pastura (Brougham, citado por Langer, 1981).

Se asocia muy bien con trébol blanco, lotus y trébol rojo. Por su hábito de crecimiento más erecto, floración tardía y buen potencial estival, es la gramínea perenne que mejor se asocia con la alfalfa, tanto para pastoreo directo como para conservación de forraje (García, 1995a).

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

Según la evaluación nacional de cultivares del convenio INIA-INASE, en el primer año de vida el cultivar INIA Perseo registró producciones en torno a los 6120 kg MS/ha, en promedio de siembras de 2009, 2010 y 2011 (INASE, 2012).

2.1.5 Medicago sativa

Es una leguminosa perenne de ciclo estival, con hábito de crecimiento erecto a partir de corona. Posee una raíz pivotante que se orienta perpendicularmente pudiendo penetrar en el suelo hasta 8 o 10 m de profundidad, lo que le permite llegar al agua de las capas profundas (Carámbula, 2002a). Aunque el 60-70% de la masa total de las raíces se encuentra en los primeros 15 cm de suelo (Heichel, citado por Barnes y Sheaffer, 1995).

Según Carámbula (2002a), es compatible con gramíneas perennes y anuales, es muy apropiada para la henificación y para siembras coasociadas y

su densidad de siembra en forma pura es de 15 a 20 kg/ha y en mezclas de 6 a 9 kg/ha. La utilización 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, 2000b).

Posee 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, 2001).

Según Carámbula (2002a) entrega gran parte de su producción en primavera, época en que normalmente las temperaturas y la disponibilidad de agua favorecen su buen crecimiento. No obstante, entrando el verano con condiciones climáticas menos favorables, su comportamiento se hace más variable, dependiendo en especial de la profundidad del suelo y de las reservas de agua del mismo.

Durante el otoño su producción es relativamente baja, lo cual unido al manejo cauteloso que se le debe aplicar en esta estación, para favorecer su supervivencia y productividad, impiden contar de manera segura con esta especie y por consiguiente se debe considerar la posibilidad de que no se registre una contribución activa (Carámbula, 2002a).

Según Carámbula (2002a) requiere suelos fértiles, profundos y bien drenados, posee un buen vigor inicial y establecimiento, presenta muy alto valor nutritivo, principalmente en estado vegetativo.

En lo que respecta al pH del suelo *Medicago sativa* requiere suelos neutros, óptimo entre 6,0 y 6,5 y críticos 5,5 y 7,5. Por otro lado tiene altos requerimientos de fósforo, siendo su nivel crítico 18 a 20 ppm (Resinas), y a su vez, responde entre 50 y 70 kg de MS/kg de P₂O₅ dependiendo de la cantidad utilizada, el nivel de nutriente en el suelo y el estado y edad de la pastura (Morón, 2000).

En cuanto al manejo de la defoliación, la alfalfa es una especie que se adapta perfectamente al pastoreo rotativo o racional con el cual se favorece una acumulación eficiente de reservas. Admite pastoreos intensos pero poco frecuente.⁴

⁴ Zanoniani, R. 2009. Com personal.

El manejo de la defoliación debe ser a través de pastoreos rotativos, cuyos períodos de descanso favorezcan la acumulación eficiente de reservas. Después de un pastoreo el nivel de reservas de la raíz disminuye hasta un valor mínimo, que es cuando la planta alcanza un rebrote de 15 a 20 cm de altura. En esta fase nunca debería pastorearse, ya que de hacerlo se debilitaría drásticamente el alfalfar (Formoso, citado por Gomes de Freitas y Klassen, 2011).

Según Rebuffo (2001) la alfalfa no admite siembras sobre cultivos anteriores de la misma especie, debido a la fuerte alelopatía, inhibiéndose la germinación y el crecimiento de las plantas.

Los cultivares de alfalfa difieren en su capacidad de producción en invierno (latencia invernal). Este 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 (Rebuffo, 2001).

El cultivar utilizado en este experimento es Estanzuela Chaná que presenta latencia intermedia (INASE, 2012). Según la evaluación de INIA-INASE, la producción en el primer año de vida promedio de siembras de 2006 al 2011 fue entorno a 4350 kg MS/ha (INASE, 2012).

Carámbula (2002a), menciona como debilidad que provoca un grado elevado de meteorismo en etapas previas a la floración, que no se implanta en siembras en cobertura, es difícil de ensilar, es susceptible a varias plagas y enfermedades. Tiene una semillazón complicada e impredecible y no se resiembra naturalmente.

La alfalfa se puede sembrar en otoño e invierno y aún extender el período de siembra hasta el comienzo de la primavera. La capacidad de esta leguminosa para germinar entre 5 y 35°C permite este amplio rango de épocas de siembra. Sin embargo, las temperaturas óptimas de germinación oscilan entre 19 y 25°C, mientras que los requerimientos para el crecimiento óptimo de las plántulas son aún mayores (20 a 25°C). Las siembras de otoño temprano (fines de marzo y abril) son las más adecuadas ya que el clima templado permite un rápido desarrollo de las plántulas, tanto de la parte aérea como radicular, permitiéndoles acumular reservas en raíces y desarrollar una buena nodulación (Carámbula, 2002a).

En las siembras de primavera se incrementa el crecimiento de los tallos en mayor proporción que las raíces, lo cual puede determinar que el desarrollo

radicular al inicio del verano no sea el adecuado para asegurar la persistencia de la pastura (Rebuffo, 2001).

2.1.6 *Paspalum dilatatum*

Es una gramínea perenne de ciclo estival nativa de Uruguay y países vecinos.

Posee habito rizomatoso a cespitoso, su periodo productivo comienza en octubre y continúa hasta mayo, época en que se inician las heladas. Presenta un sistema radicular extenso, fuerte y profundo, que le permite resistir sequías y tolerar excesos hídricos. Presenta gran persistencia y se adapta mejor a suelos profundos y fértiles (Carámbula, 2002a).

En general *P. dilatatum* tiene un comportamiento primavero-estival, porque aunque en verano produce forraje su volumen raramente supera al primaveral. Esta especie asociada con otras invernales sería capaz de aprovechar el potencial productivo de los suelos durante el verano, cumpliendo una función semejante a lo que acontece en las praderas naturales (Millot, citado por Santiñaque, 1979), ofreciendo así en las mezclas una entrega más homogénea a lo largo del año.

Es importante que las especies tropicales deban ser capaces de sobrevivir las bajas temperaturas invernales y si bien *Paspalum dilatatum* lo hace, otras especies tropicales por lo general sucumben (Colman, Harris, Harris y Lazenby, citados por Santiñaque, 1979).

Tiene problemas en la producción de semilla, a su vez esta es de baja calidad. Además uno de los principales inconvenientes que presenta es el bajo porcentaje de semillas llenas, asociado muchas veces a un bajo porcentaje bajo de germinación (García, 1971). 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.

Demora en germinar varias semanas, tiene bajo vigor inicial, aun menor que las gramíneas perennes invernales (Boggiano, 1990).

El paspalum puede instalarse tanto en primavera como en otoño, siempre que la siembra se realice temprano. En las mejores condiciones, las pequeñas plántulas adquieren vigor a los cuatro meses si no sufren competencia de otras especies y las plantas se presentan fuertes desde el

segundo o tercer año. En las siembras de primavera, preferiblemente de agosto, la germinación se produce bajo condiciones muy apropiadas y los aumentos sucesivos de temperaturas promueven un rápido desarrollo de las plántulas y una buena implantación. Estas siembras pueden realizarse en mezclas con leguminosas estivales como alfalfa y lotus, pero si se pretende incluir una leguminosa invernal es preferible sembrar a estas en cobertura al otoño siguiente. El *Paspalum* admite también siembras de otoño en marzo o abril, lo cual facilita la inclusión de esta especie en mezclas con forrajeras de ciclo invernal. Sin embargo, se debe tener en cuenta que a pesar de que las bajas temperaturas de otoño no matan las plantas de *Paspalum*, la vegetación residente que se encuentra en pleno desarrollo puede dominarlas fácilmente. En estos casos esta gramínea demora más en establecerse (Carámbula, 2002a).

En cuanto al manejo del pastoreo se trata de una gramínea que para tener calidad requiere pastoreos intensos y frecuentes, resistiendo bien el pisoteo y el diente sin problemas, ya que la gran mayoría de los rebrotes se producen desde yemas ubicadas por debajo del nivel del suelo (Watson y Ward, 1970).

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 perenne, de crecimiento rastrero, postrada, con estolones que enraízan desde los nudos. Es una especie heliófita y levemente xerófila, desarrollándose en suelos de buen drenaje, poco profundos o rocosos, pero con baja presencia en suelos húmedos (Rosengurtt, 1946).

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 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).

En suelos fértiles es exuberante y productiva, mientras que en los arenosos y pobres en general tiene un crecimiento insignificante pareciendo seca, dura y pálida (Otero, citado por Maraschin, 2000).

La faja climática de adaptación abarca un ambiente húmedo entre los paralelos 33° de los hemisferios norte y sur, respectivamente, donde el *Paspalum notatum* vegetativamente se desarrolla bien, completa su ciclo, se reproduce y se expande (Maraschin, 2000).

Su mayor producción anual de forraje se da en primavera-verano. Según diversos autores en la época de otoño-invierno la producción puede variar entre un 15 a un 18% de materia seca. Boggiano, citado por Maraschin (2000) menciona la posibilidad de mantener la producción de la especie con fertilizaciones nitrogenadas en esa estación del año.

Según Downes, citado por Maraschin (2000), comienza a crecer relativamente rápido con temperaturas superiores a 20 °C, ya que las gramíneas tropicales no consiguen sintetizar la clorofila en temperaturas menores a 16 °C. Según Russell y Webb, citados por Maraschin (2000) la temperatura óptima de crecimiento es entre 25 y 30 °C. Florece con largos de días superiores a 12 horas.

Se adapta bien al pastoreo, resiste el pisoteo porque sus estolones se encuentran protegidos al estar cubiertos por las vainas. Según Barreto, Boldrini, citados por Maraschin (2000) tiende a aumentar en los campos favorecida por el pastoreo intenso y por su hábito. Boggiano, citado por Maraschin (2000), menciona que con pastoreos entre 15 cm de altura de ingreso hasta 5 cm de salida, es capaz de demostrar altos niveles de producción.

Otero, citado por Maraschin (2000) menciona que las semillas no germinan bien incluso descortezándolas o tratándolas con ácido sulfúrico la germinación es baja. Este sería uno de los motivos por el cual este cultivo no se generalizó en el pasado. La resiembra natural ocurre con intensidad en la pastura pero se desconocen las técnicas de producción y colecta de semillas de la especie, a pesar de su potencial de más de una tonelada por hectárea (Maraschin et al., citados por Maraschin, 2000).

Según Mislevi y Dunavin, citados por Maraschin (2000) para un establecimiento rápido se recomienda entre 35 y 40 kg de semillas por hectárea, sembradas en líneas a 1-1,25 cm de profundidad. No se recomienda siembras superficiales seguida de la pasada de rolos.

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).

2.2 IMPLANTACIÓN

En la etapa de crecimiento inicial se distinguen tres fases fundamentales en la vida de una plántula: germinación, emergencia y establecimiento. Esta etapa del desarrollo es crucial ya que se puede alcanzar bajo malas condiciones, más del 90% de mortandad de plántulas (Silverstow y Dickie, citados por Carámbula, 2002b). Esta mortandad se produce como consecuencia de la acción de varias causas: medio ambiente, como los extremos hídricos y bajas temperaturas; enfermedades y plagas; y sustancias alelopáticas (Carámbula et al., 1994).

Las leguminosas y también las gramíneas de clima templado, germinan con un amplio rango de temperaturas, desde 5°C a 35°C, ubicándose el óptimo entre 19 y 25°C. Se debe tener la precaución con las siembras de otoño tardías (segunda quincena de abril a primer quincena de junio), porque si bien puede haber germinación y emergencia, las heladas de esa época puede afectar a las pequeñas plántulas, especialmente en el estado que va desde cotiledones (dos primeras hojitas que emergen) hasta pasado primer hoja simple. Por otro lado, la resistencia a las bajas temperaturas aumenta cuanto mayor son las reservas en las raíces. Una pastura sembrada en la primer quincena de marzo, da lugar a que se llegue a mediados de mayo con una raíz de aproximadamente 10-12 cm donde ya tiene reservas suficientes para soportar las bajas temperaturas invernales. En términos generales se recomienda el mes de marzo para hacer la siembra (Barbarosa, s.f.).

2.2.1 Datos de implantación de mezclas y especies

Fariña y Saravia (2010) trabajando con las mezclas *Festuca arundinacea-Agropyron elongatum-Trifolium repens*, y *Lolium perenne-Agropyron elongatum-Trifolium repens*; obtuvieron porcentajes de implantación del 45% a los 60 días postemergencia, similar al obtenido por Aclé y Clement (2004) que tuvieron un 46% a los 50 días post siembra, pero mayor a los obtenidos por Brito del Pino et al. (2008), donde reportan un 28,3% de implantación para mezclas de gramíneas perennes con leguminosas. Esta diferencia Fariña y Saravia (2010) la atribuyen al efecto año-ambiente, donde las condiciones térmicas estuvieron por encima del promedio histórico y a características de las semillas, donde el peso de semillas superó a los utilizados por Brito del Pino et al. (2008).

Por otro lado Gomes de Freitas y Klassen (2011) reportan datos de 38% de implantación general en su experimento a los 90 días, para las mezclas de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* y *Trifolium repens*, *Festuca*

arundinacea y *Lotus corniculatus*. Este valor es superior a la que se suele obtener en condiciones comerciales, la cual, es de 28% para siembras de praderas que incluyan gramíneas perennes con leguminosas (Brito del Pino et al., 2008).

En cuanto a la implantación por especie Farinha y Saravia (2010) obtuvieron valores de 50% para *Festuca arundinacea* y de 32% para *Trifolium repens*. Por otro lado Brito del Pino et al. (2008) obtuvo 32% de implantación para las gramíneas, tanto invernales como estivales y 25% en leguminosas.

Estos resultados de implantación superiores para gramíneas son respaldados por Stanton, citado por Fariña y Saravia (2010), el cual menciona que las leguminosas tienen una menor implantación debido a su pequeño tamaño de semilla. Y lo que explicaría lo indicado por Gross y Werner (1982), respecto a que las plántulas de las leguminosas son más tardías y débiles, estando más expuestas a sucumbir frente a condiciones de estrés. A su vez esto también puede estar influenciado por el método de siembra; Carámbula (2002b) se refiere a esto diciendo que la siembra al voleo tiene como desventaja la emergencia lenta y despereja de las plántulas.

2.2.2 Germinación y emergencia de las plántulas

Según Moliterno (2000), *“los factores de mayor relevancia que afectan la germinación y la emergencia son las características innatas de cada familia y especie, y la incidencia del ambiente a través de la temperatura y la humedad”*.

En las gramíneas la germinación comprende el crecimiento del germen, la ruptura de la semilla y la aparición de la radícula y el coleoptile. En las leguminosas simplemente la aparición de la radícula. Esta primera etapa depende de factores externos como temperatura, luz, humedad y oxígeno y de factores intrínsecos de la semilla como permeabilidad y madurez fisiológica (Carámbula, 2002b).

Inmediatamente después que las primeras semillas germinan, se desarrolla una lucha por la supervivencia. El tiempo de germinación influye en la competencia de las plántulas ya que las que primero germinan tendrán una ventaja sobre aquellas que demoren más (Blaser et al., citados por Santiñaque, 1979).

A partir de la germinación de la semilla, la plántula pasa por tres fases de desarrollo: fase heterótrofa, fase transicional y fase autótrofa (Whalley et al., citados por La Paz et al., 1994).

Qualls y Cooper, citados por Bologna y Hill (1992), explican que la fase heterótrofa comienza con la imbibición e incluye la germinación, emergencia de la radícula y primeras hojas, hasta el comienzo de la actividad fotosintética. Y que en cierta forma existe independencia de las condiciones ambientales, dado que durante esta fase el embrión solo depende de la transferencia de reservas para su crecimiento.

“La emergencia, consiste en la aparición de la plántula sobre la superficie del suelo. La velocidad de emergencia resulta muy importante desde que en esta etapa no fotosintética, el crecimiento de la plántula depende exclusivamente de las reservas de la semilla, siendo a la vez expuesta a infinidad de factores desfavorables” (Carámbula, 2002b).

Según Carámbula (2002b) los porcentajes de emergencia de leguminosas como de gramíneas son afectados sensiblemente por la profundidad de siembra de las semillas.

A continuación se presenta cuadros en los que se puede observar algunos datos de germinación y peso de mil semillas de diferentes autores que realizaron trabajos de investigación en pasturas.

Cuadro No. 1: Porcentaje de germinación de otros trabajos.

Especie	Gonzales et al (1999)	Fariña et al (2010)	Gomes de Freitas et al. (2011)
<i>Festuca arundinacea</i>	75	92	86
<i>Trifolium repens</i>	90	72,7	89
<i>Medicago sativa</i>			91
<i>Dactylis glomerata</i>			72
<i>Lotus corniculatus</i>			59

Cuadro No. 2: Peso en gramos de 1000 semillas de otros trabajos.

Especies	Gonzales et al (1999)	Fariña et al (2010)	Gomes de Freitas et al. (2011)
<i>Festuca arundinacea</i>	2,5	2,7	2,17
<i>Trifolium repens</i>	0,7	1	0,5
<i>Medicago sativa</i>			2
<i>Dactylis glomerata</i>			0,67
<i>Lotus corniculatus</i>			1,17

En el caso del porcentaje de germinación prácticamente todos los valores están por encima del 70 %. Para el caso del peso de semillas los datos son variables ya que éstos dependen de la especie y aún dentro de la misma especie también se puede encontrar alguna variación.

Observando los valores de los cuadros anteriores se puede ver que no siempre que el peso de semilla sea mayor se va a obtener porcentajes de germinación más altos. Esta situación puede ser observada en el caso de festuca y de trébol blanco.

2.2.3 Establecimiento

El establecimiento se refiere al número de plántulas saludables que se establecen en la pastura y se expresa como porcentaje del número de semillas viables sembradas. Está limitado a las primeras etapas de la vida, período denominado “de desarrollo”, en el cual se hallan implantadas la mayoría de las plántulas (Carámbula, 2002b).

“El porcentaje de establecimiento de cada especie forrajera es afectado tanto por la especie y cultivar que se considere, como por la disponibilidad de nutrientes y la profundidad de siembra” (Cullen, citado por Carámbula, 2002b).

En el crecimiento inicial de gramíneas y leguminosas al comenzar la etapa heterotrófica, durante la etapa de establecimiento, la disponibilidad de nutrientes en el suelo, en especial nitrógeno y fósforo, debe ser considerada con particular atención, ya que tienen una gran importancia en el desarrollo de las plántulas. Las cantidades disponibles de estos nutrientes pueden determinar la dominancia de unas especies sobre otras (Carámbula, 2002b).

“Se puede afirmar en general, que si bien en las primeras etapas, el crecimiento de las gramíneas es más lento que el de las leguminosas, en las etapas subsiguientes, las primeras presentan normalmente una tasa de crecimiento muy importante a través de un mayor macollaje y producción de hojas” (Carámbula, 2002b).

2.2.4 Datos de relación parte aérea/raíz

Los datos obtenidos por Aclé y Clement (2004) fueron de 3,4 y 3,6 de relación parte aérea/raíz para la *Festuca arundinacea* en mezcla con lócus y trébol blanco en el otoño del segundo año de vida. Los datos obtenidos por Moliterno (2000) fue de 3,62 para la relación parte aérea/raíz en el primer año

para festuca en mezcla con trébol blanco y lócus. Por otro lado Fariña y Saravia (2010) reportan datos de 2,45 para la festuca en mezcla con agropiro y trébol blanco medido a los 75 días pos siembra. Gomes de Freitas y Klassen (2011), reportan una relación de 2,17 y 2,54 para las mezclas de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, y *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* respectivamente en el año de implantación.

La mayor producción de parte aérea y de raíz, la alcanzan las siembras del 17 de mayo, y dentro de las mismas la mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* es superior a *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Sin embargo el comportamiento de las mezclas no se repite para la siembra del 14 de junio, en la que la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* obtiene la mayor producción aérea de materia seca/ha, mientras que “pasto azul” y alfalfa logran más biomasa radicular. Se puede establecer que la mezcla con dactylis es más sensible a la fecha de siembra, mientras que la de festuca es más estable, hecho que se le puede adjudicar a la plasticidad que le otorga a esta última mezcla tener una especie más, así como a la sensibilidad de la alfalfa cuando se la intenta implantar al voleo. En lo que respecta a la relación existente entre parte aérea y raíz, la mejor la tiene la mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* en la segunda fecha de siembra, siendo su valor de 1,9. En contraposición, la peor relación la tiene la mezcla que contiene festuca en la primera fecha de siembra, siendo 2,66. Es importante notar que la mezcla con festuca siempre tiene mayor relación parte aérea/raíz que la que contiene “pasto ovillo”, seguramente influenciado por el pobre enraizamiento de los tréboles blancos y la buena producción de raíces de la alfalfa (Gomes de Freitas y Klassen, 2011).

Si bien la relación entre las porciones de la planta es un buen indicador de posible reacción frente a períodos de déficit hídrico, la biomasa radicular total explica gran parte de esa respuesta, siendo para ambas mezclas mayor la producción de raíces en la primera fecha de siembra (Gomes de Freitas y Klassen, 2011). Esto coincide con Carámbula (2002b), Biscayart, citado por Gomes de Freitas y Klassen (2011), quienes establecen que siembras tempranas desarrollan mayores volúmenes radiculares.

2.2.5 Condiciones ambientales que determinan el comportamiento inicial de las plántulas

Dentro de los factores ambientales que afectan el comportamiento inicial de las plántulas se debe citar la luz, el agua, el suelo, los nutrientes, las enfermedades, las plagas y las malezas.

Para que la germinación y la emergencia sean rápidas las semillas deben ser ubicadas sobre suelo firme. De esta manera se alcanza uno de los principales objetivos de una buena siembra, que es que el periodo siembra-emergencia sea lo más corto posible.

La presencia de malezas ejerce competencia por luz afectando así el desarrollo inicial. También es el caso en el que la pastura se siembra con un cultivo asociado o en mejoramientos sobre el tapiz del campo. Este efecto es responsable de muchos fracasos en la implantación de pasturas.

La disponibilidad de agua es esencial para el crecimiento de las plántulas, pero la falta o exceso de humedad puede hacer fallar la implantación.

Las semillas germinan a la misma velocidad con o sin fertilizante, ya que en principio la semilla se alimenta de sus propias reservas (etapa autotrófica), pero una vez extenuados los nutrientes de los órganos de reserva las plántulas necesitan disponibilidades elevadas de nutrientes fácilmente absorbibles (etapa heterotrófica).

Las enfermedades que afectan la implantación de una pastura inciden básicamente en la población inicial de plántulas y en el reclutamiento de nuevas plántulas por resiembra natural.

Según Altier, citado por Carámbula (2002b), las enfermedades de implantación afectan las semillas y las raíces de las plántulas durante su germinación, pre y post-emergencia, temprana, causadas por patógenos del suelo o de la semilla.

Los principales ataques por parte de las plagas del suelo ocurren en las etapas de germinación, emergencia y establecimiento, plagas tanto de superficie como subterráneas, las cuales se presentan con mayor rigor en las pasturas con poblaciones ralas. Dentro de las plagas subterráneas están las isocas, larvas de gorgojos, termitas, gusano alambre y algunas chinches, mientras que las de superficie incluyen otros gorgojos larvas, además de grillos, langostas, babosas y caracoles.

Además de todas estas condiciones ambientales la calidad de la semilla es fundamental. Se debe utilizar la especie o cultivar que se desee, conocer la pureza física, el poder germinativo, y que esté libre de enfermedades. El uso de inoculantes también es algo de mucha importancia (Carámbula, 2002b).

2.2.6 Pautas para el manejo inicial del pastoreo

Es de mucha importancia el manejo del pastoreo aplicado a una pastura mixta recién instalada, ya que puede afectar de forma muy importante el balance entre los componentes de la mezcla. Debido a esto se debe lograr un manejo inicial que controle la agresividad y competencia de las especies más precoces y que las plantas más postradas reciban buenas cantidades de luz (Carámbula, 2002b).

En cuanto al momento del primer pastoreo es difícil definir cuanto tiempo debe transcurrir entre la siembra y el primer pastoreo, sin embargo, se considera que el momento de efectuar el primer pastoreo está determinado por el estado de desarrollo de las especies. Uno de los factores a considerar para definir el momento en que los animales pueden ser introducidos en la pastura es el enraizamiento de las especies sembradas. Debe ser cuando las especies puedan ser deshojadas a mano sin que el tirón las arranque del suelo, de esta manera se evita que la mayoría de las plántulas sean arrancadas por los animales. En términos generales, es posible decir que las pasturas no deberían ser pastoreadas por debajo de 5 cm de altura y los períodos de recuperación deberían ser adecuados. Esto permite mantener áreas foliares remanentes apropiadas, que no sólo favorecen un uso máximo de la luz incidente por parte de las plantas, sino que además cubren la superficie del suelo mediante una cobertura densa y vigorosa (Langer, 1981).

Durante el año de implantación todas las especies perennes deben poseer niveles por lo menos aceptables de reservas de hidratos de carbono solubles, si se pretende que las plántulas presenten una buena capacidad para iniciar los rebrotes luego de cada corte o pastoreo. *“Cualquier manejo de pastoreo inicial de las plántulas que promueva bajas cantidades de reservas de carbohidratos solubles, conducirá a poblaciones ralas y débiles”* (Carámbula, 2002b).

Con respecto al tipo de pastoreo realizado, las pasturas nuevas bajo ninguna circunstancia deberían ser pastoreadas en forma continua hasta que las especies introducidas hayan desarrollado raíces bien ancladas. Los pastoreos deben ser realizados con un número alto de animales durante un período corto de tiempo, a los efectos de favorecer una defoliación uniforme y evitar el excesivo pisoteo. *“El primer pastoreo debe realizarse con lanares o vacunos livianos, en altas dotaciones y durante un lapso muy corto de tiempo. Si bien, en general se utilizan ovinos debido a que la presión de sus pezuñas es menor (13,5 kg por 6,5 cm²), frente a la de los vacunos livianos (20,0 kg por 6,5 cm²), estos últimos ofrecen la ventaja de que no seleccionan el*

forraje consumido y que además no cortan las plantas a ras del suelo, como lo hacen los lanares” (Carámbula, 2002b).

2.3 DINÁMICA DEL CRECIMIENTO DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS

El objetivo en el manejo de una pradera es la producción de forraje, permitir la renovación de reservas de las plantas para mantener su vigor y lograr la máxima productividad en mediano y largo plazo. Conocer los principios del crecimiento de las plantas de las praderas es de fundamental importancia para el manejo apropiado del pastoreo (Nuñez et al., 2000).

2.3.1 Gramíneas

En las gramíneas se considera al macollo como la unidad morfológica central, formado por la repetición de unidades similares llamadas fitómeros, diferenciadas a partir del mismo meristema apical. El fitómero consiste en una hoja, nudo, entrenudo, meristema axilar y meristema intercalar (Briske, citado por Colabelli et al., 1998). En la base del macollo se encuentra el ápice del tallo que es un pequeño cilindro que mide de 1 a 2 mm de longitud, formado por varios segmentos superpuestos unidos por nudos. Dichos segmentos se originan por división de células de la parte terminal del ápice del tallo (domo apical) (Beguet y Bavera, 2001). El ápice del tallo es el encargado de captar la temperatura (vernalización) recibiendo a su vez las señales del fotoperíodo para la iniciación floral, captado previamente por las hojas (Carámbula, 2002a).

Durante la fase vegetativa el domo apical permanece en la base del macollo, cerca del nivel del suelo y por debajo de la altura normal de corte o pastoreo. A medida que va dando origen a nuevos segmentos, los más viejos van produciendo hojas. Las hojas crecen en forma de vaina cubriendo los segmentos más nuevos y el domo apical. Los segmentos más nuevos van dando origen a nuevas hojas que crecen dentro de las vainas y hojas más viejas. Las hojas se van produciendo de forma alternada a cada lado de los segmentos. Al elongarse, las vainas emergen en forma de láminas en el extremo superior de las vainas más viejas.

El conjunto de vainas da lugar al pseudotallo o tallo vegetativo (Beguet y Bavera, 2001).

La hoja mientras crece recibe metabolitos de la hoja precedente, a medida que se va haciendo visible, se inicia en su punta los procesos de fotosíntesis y transpiración, comenzando a independizarse desde el punto de

vista nutricional. Una vez que la lígula queda expuesta a la luz, toda la hoja deja de crecer. Por lo tanto una vez desarrollada, tiene la capacidad de aportar nutrientes a hojas que le suceden, como macollos hijas y raíces, sin embargo a medida que envejecen, estos aportes van siendo cada vez menores, y aun estando verdes mucho antes de su muerte pueden ser ineficientes (Williams, citado por Carámbula, 1977). Este aspecto es relevante en pasturas mal manejadas, ya que la falta de luz por densidad excesiva puede provocar la muerte anticipada de la hoja madura, provocando pérdida de materia seca. Sin embargo, luego de una defoliación es muy probable que la velocidad de fotosíntesis de la hoja vieja sea incrementada como resultado de una mayor disponibilidad de luz (Carámbula, 1977).

La velocidad de aparición de hojas es mayor cuando la planta crece en un ambiente iluminado, temperaturas apropiadas y un nivel adecuado de nutrientes (Mitchell y Anslow, citados por Carámbula, 2002a). El número máximo de hojas producidas en una macolla puede variar de 7 a 8 en anuales y 14 a 16 en perennes, y el número de hojas vivas presentes es el resultado de la velocidad de aparición y la longitud de vida de las mismas. Generalmente la velocidad de mortandad es igual a la de aparición, resultado que puede variar por el medio ambiente (Carámbula, 2002a).

Las gramíneas forrajeras tienen un número máximo de hojas vivas, que una vez alcanzado, por cada hoja nueva que se produce, la hoja más vieja muere (Davies, citado por Colabelli et al., 1998). Un ejemplo de esto es el raigrás perenne, donde el número promedio de hojas vivas por macollo raramente excede 3, y la aparición de una cuarta hoja tiende a ser contrabalanceada por la pérdida de la primera que se formó (Colabelli et al., 1998). Según Ryle, citado por Carámbula (2002a), el número de hojas vivas en una macolla varía entre 3 y 6 de acuerdo a la especie y el ambiente.

En cuanto a los segmentos del ápice del tallo (domo apical), cuenta con yemas axilares que pueden originar nuevos macollos (Beguet y Bavera, 2001). A su vez las hojas de dichos macollos presentan yemas axilares que dan lugar a nuevos macollos (Carámbula, 2002a), lo que se denomina como proceso de macollaje. Este mecanismo según Jewiss, citado por Carámbula (2002a), cumple tres funciones: ayuda al establecimiento de las plántulas asegurando rápida producción de área foliar como para interceptar luz y competir con malezas, es esencial para la regeneración de la pastura compensando la mortalidad de plantas vecinas, y confiere perennidad a la planta dada su habilidad para presentar elevada longevidad.

Considerando que morfogénesis hace referencia a cambios estructurales que se producen a través del desarrollo de un organismo y que se

lo define a partir de procesos de formación, expansión y muerte de órganos, las variables morfogénicas en un macollo están relacionadas a los procesos de tasa de aparición de hojas, tasa de elongación foliar y vida media foliar (Champan y Lemaire, citados por Colabelli et al., 1998).

Por lo tanto estas tres variables determinan mayoritariamente los cambios de estructura que experimentan los macollos durante su desarrollo (Davies, citado por Colabelli et al., 1998). El producto de dichos cambios determinan las características estructurales de la pastura, como número de hojas vivas por individuo, densidad de macollos y tamaño de hojas. A su vez estas últimas características determinan el índice de área foliar (IAF) de la pastura y con ello la capacidad de capturar energía lumínica para la fotosíntesis y así abastecer funciones de crecimiento (Colabelli et al., 1998).

Las variables morfogenéticas se encuentran bajo la influencia de factores ambientales controlables (agua y nutrientes) y los no controlables (temperatura), a su vez determinan una incidencia indirecta sobre la estructura de la pastura, influyendo sobre la expansión foliar (Colabelli et al., 1998).

Los 2 o 3 segmentos basales del ápice presentan yemas que dan origen a raíces adventicias, formando posteriormente el sistema característico de las gramíneas, en forma de cabellera (Beguet y Bavera, 2001).

Los cambios en la longitud del día (pasaje de día corto a día largo) sumado a una exposición previa a bajas temperaturas, induce a la diferenciación del meristema apical a reproductivo. Dicha inducción ocurre alrededor de 90 días antes de la aparición de la inflorescencia. Con el mismo se desencadenan cambios morfológicos y fisiológicos importantes. Normalmente en el desarrollo reproductivo se acelera la aparición de hojas. A su vez el alargamiento de entrenudos acelera la velocidad de aparición de hojas llevando a que en esta fase ocurra un incremento de hojas vivas por macollos, respecto al número máximo durante la etapa vegetativa (Colabelli et al., 1998).

Al momento de iniciación floral cesa la producción de hojas dado que el punto de crecimiento se transforma en inflorescencia, comenzando así el período de dominancia apical, en el que se ejerce un efecto depresivo en el proceso de macollaje, inhibiendo la aparición de macollas hijas (Carámbula, 2002a).

2.3.2 Leguminosas

En leguminosas de porte erecto, durante su estado vegetativo el tallo principal, originado en el embrión de la semilla, tiene en la parte terminal un meristema que da origen a hojas alternadas con yemas axilares (Beguet y Bavera, 2001). Este tallo permanece corto contra el suelo, que con la aparición sucesiva de hojas toma el aspecto de roseta. En las axilas de dichas hojas aparecen los tallos secundarios, por lo que al repetirse progresivamente este proceso, da origen a un órgano común a todos los tallos, llamado corona (Carámbula, 2002a).

La corona es un órgano complejo que constituye el asiento de los meristemas axilares desde los cuales se desarrollan nuevos tallos (regeneración), particularmente en ciertas épocas del año, y luego de pastoreos o cortes (Carámbula, 2002a).

Las leguminosas alargan continuamente sus entrenudos, dado que los meristemas nodales intercalares de los tallos están activos desde el inicio del crecimiento (Formoso, citado por Carámbula, 2002a).

Según Smith, citado por Carámbula (2002a), el primer crecimiento de las leguminosas erectas en otoño se lleva a cabo principalmente a partir de los meristemas basales de la corona, los crecimientos posteriores son originados de los meristemas axilares nodales presentes en los entrenudos basales remanentes de los tallos pastoreados.

Con referencia a las leguminosas de porte rastrero, como el trébol blanco, los meristemas axilares de la corona producen tallos horizontales rastreros sobre el suelo (estolones), o debajo de la superficie del suelo (rizomas).

En trébol blanco los estolones alargan entrenudos aún en estado vegetativo, y de los meristemas de sus nudos se desarrollan hojas cuyos meristemas axilares pueden dar origen a estolones secundarios o a inflorescencias de acuerdo a las condiciones ambientales imperantes. Cuando los nudos que acompañan a los entrenudos, han enraizado, estos pueden independizarse de la planta madre formando nuevas plantas, pero si estos nudos dan origen a inflorescencias generalmente no poseen raíces (Carámbula, 2002a).

Dado que estas plantas tienen sus meristemas axilares nodales, los primordios foliares y los meristemas apicales de los estolones contra el suelo

(Thomas, citado por Carámbula, 2002a), la arquitectura de esta leguminosa es considerada ideal, pudiendo ser pastoreada sin problemas (Carámbula, 2002a).

El desarrollo reproductivo de las leguminosas presenta el mismo comportamiento que las gramíneas, dado que en un momento determinado la interacción genotipo-ambiente produce el alargamiento de entrenudos y la iniciación floral, por lo cual los puntos de crecimiento en estado vegetativo pasan a estado reproductivo (Carámbula, 2002a).

En especies con inflorescencias axilares como el trébol blanco, el comienzo de la iniciación floral aparece en los meristemas ubicados en las axilas de las hojas desarrolladas, mientras que los entrenudos continúan su alargamiento (Muslera y Ratera, citados por Carámbula, 2002a).

La acumulación de materia seca depende del balance entre la fotosíntesis, proceso de ganancia, y de la respiración, proceso de pérdida. Este balance cambia drásticamente a medida que la pastura crece (Cangiano, 1997).

2.4 MEZCLAS FORRAJERAS

Según Carámbula (2002a) una mezcla forrajera es una población artificial formada por varias especies con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas. Como resultado de esta asociación, se produce un proceso de interferencias que puede tener diferentes resultados tales como una mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio o falta total de interferencia.

Algunas de las razones por las que se justifica el empleo de una mezcla en lugar de un cultivo puro son mayor y más uniforme distribución estacional de la producción de forraje, menor variabilidad interanual y ventajas en la alimentación como mayor calidad y menor riesgo de meteorismo (Schneiter, 2005)

“En el caso específico del Uruguay las condiciones climáticas permiten el crecimiento conjunto de una gama importante de plantas forrajeras, tanto especies de tipo templado como subtropicales. No obstante, las bajas temperaturas invernales detienen el crecimiento de las subtropicales y enlentecen el de las templadas, así como en verano se detiene o enlentece el crecimiento de las templadas y la limitante por niveles apropiados de humedad impide aprovechar totalmente el gran potencial de producción de forraje sustentado por la alta disponibilidad de energía solar y por las características fisiológicas de las especies subtropicales” (Santiñaque, 1979).

Al instalar una pastura el propósito es lograr una mezcla mixta bien balanceada de gramíneas y leguminosas, para lo cual generalmente se acepta que idealmente debería estar compuesta por 60-70% de gramíneas, 20-30% de leguminosas y 10% de malezas (Carámbula, 2002a).

Uno de los objetivos más importantes de la producción de forraje mediante pasturas mixtas, es obtener de éstas los máximos rendimientos de materia seca por hectárea, explotando al mismo tiempo en forma eficiente las principales bondades que presentan ambas familias en beneficio de las producciones animales (Carámbula, 2002a).

En cuanto a la dinámica de las especies en las mezclas, Carámbula (1991) menciona que la mayoría de las pasturas cultivadas presentan un desequilibrio acentuado a favor de la fracción leguminosa, dado que es más fácil establecer leguminosas que gramíneas. Este desbalance se acentúa en mezclas sembradas sobre suelos pobres o degradados, donde la sola fertilización fosfatada y la deficiencia de nitrógeno conduce a una mala implantación de las gramíneas. Este hecho es precisamente el que determina los rendimientos más elevados de materia seca al segundo y tercer año promoviendo las producciones animales más altas en la vida de la pastura, aunque con serios riesgos de meteorismo. Si bien esta superioridad de las leguminosas tiene su aspecto positivo, también es cierto que conduce a pasturas de baja persistencia, dado que una vez incrementado el nivel de nitrógeno del suelo, la invasión de especies mejor adaptadas pero menos productivas termina dominando las praderas.

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

Se debe tener en cuenta que una pastura mezcla integrada por especies gramíneas y leguminosas no solo debe tener como objetivos producir altos rendimientos de materia seca distribuidos uniformemente durante el año con un elevado valor nutritivo durante varios años. Sino que también permite tener los menores riesgos de enmalezamiento, la cual es una variable importante que pone en riesgo la durabilidad de la pastura (Santiñaque y Carámbula, 1981). Millot, citado por Santiñaque (1979), plantea que la crisis estival de forraje se solucionaría utilizando especies nativas de ciclo estival, las

cuales son capaces de convivir con otras invernales con menor grado de competencia entre ellas puesto que sus ciclos no se superponen.

Las gramíneas 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. Las leguminosas por su parte, se ofrecen como: dadoras de nitrógeno a las gramíneas; 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, 2002a).

En cuanto a tipo de mezclas y su terminología, *“la diferencia entre unas y otras radica en el número de especies integrantes. Mientras que las mezclas simples están formadas por pocas especies (una o dos gramíneas y una leguminosa), las mezclas complejas se caracterizan por estar integradas por un gran número de especies de ambas familias”* (Santiñaque, 1979). Si bien esta clasificación tiene en cuenta únicamente el número de especies que integran las mezclas; Blaser et al., citados por Santiñaque (1979), afirma que el rendimiento total y estacional de las mismas esta mas asociado con las especies que las constituyen que con su complejidad.

Las mezclas ultra simples están formadas por una gramínea y una leguminosa ambas de ciclo invernal o estival se pueden citar como ejemplos; festuca-trébol blanco (invernales) o paspalum-lotus (estivales) (Carámbula, 2002a). En este experimento la mezcla dactylis-alfalfa seria una mezcla ultra simple pero de ciclo complementario.

Las mezclas simples consisten en una mezcla ultra simple mas una gramínea o leguminosa de ciclo complementario (Carámbula, 2002a), teniendo como ejemplo festuca-trébol blanco-lotus. Según Langer (1981), utilizando mezclas simples de especies compatibles el potencial de crecimiento individual es alcanzado con mayor facilidad por reducción de la competencia interespecífica y por lo tanto el manejo es más fácil, si lo comparamos con las mezclas complejas.

Por último las mezclas complejas, las cuales pueden ser de ciclos similares (varias gramíneas y leguminosas del mismo ciclo) o de ciclos complementarios (dos gramíneas y dos leguminosas de ciclo diferentes). Existiendo como ejemplo, para el primer caso festuca-falaris-trébol blanco-trébol rojo y para el segundo lotus-paspalum-festuca-trébol blanco. Se las clasifica como mezclas de difícil establecimiento y manejo. Langer (1981) plantea que es

virtualmente imposible proveerle condiciones de establecimiento y manejos óptimos para todas las especies, provocando que algunas desaparezcan pronto.

Las mezclas que comprenden gramíneas y leguminosas presentan una serie de características de gran importancia. En primer término se puede afirmar que en la mezcla, las especies pueden compensar su crecimiento frente a diferentes factores climáticos, edáficos y de manejo, manteniendo no solamente en forma más homogénea los rendimientos en ciertas épocas del año, sino también alargando el período de productividad de la pastura y confiriéndole a la vez una mayor flexibilidad en su utilización (Blaser et al., citados por Carámbula, 2002a).

Por otra parte, los animales que pastorean en mezclas presentan un mayor consumo que cuando las mismas especies se encuentran en siembras puras, mostrando una mayor apetecibilidad por el forraje. Al mismo tiempo se evita problemas nutricionales y fisiológicos: meteorismo (leguminosas puras) e hipomagnesemia y toxicidad por nitratos (gramíneas puras). Por último, un buen porcentaje de las leguminosas uniformiza la materia seca digestible a lo largo de un lapso más amplio, estimulando de esta manera las producciones animales (Herriott, citado por Carámbula, 2002a).

El comportamiento que podrían presentar las mezclas frente a las siembras puras de las mismas especies ha sido sumamente discutido por diversos autores. Mientras algunos sostienen que no existen evidencias que las mezclas sean ventajosas para alcanzar mejores rendimientos que los cultivos puros (Donald 1963, Woodford, citado por Rhodes 1970), 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 1968, Rhodes 1969, 1970, Harris y Lazenby 1974). Por último, un tercer grupo encabezado por Van der Bergh, citado por Harris y Lazenby (1974), menciona que la condición necesaria para que una mezcla ultrasimple rinda más que sus dos componentes por separado, podría ser dado por especies de diferente ciclo, de tal manera que éstos se superpongan lo menos posible, con lo que se minimiza la competencia entre ambos componentes en la mezcla. De acuerdo a la información disponible parecería cierto que los tres grupos de investigadores tendrían algo de razón en sus distintas ponencias. Mientras es cierto que cada especie rendirá más en cultivos puros ya que posibilita aplicar el manejo ideal para cada una de ellas, también es cierto que las mezclas permiten realizar una utilización más eficiente del medio ambiente, y si los ciclos de las especies que constituyen la mezcla son diferentes, la competencia entre ellas será menor (Carámbula, 2002a).

Con respecto a los componentes de la mezcla, es poco común el uso de gramíneas perennes estivales, como el *Paspalum*, quizá debido a que poseen un contenido de energía neta, proteína cruda y fósforo menor que las gramíneas perennes invernales, lo que afecta notablemente las producciones animales. Pero por otro lado deprime el establecimiento de las malezas en el verano beneficiando la persistencia y productividad de la pastura (Carámbula, 2002a).

En el caso de las leguminosas, en climas intermedios como el de Uruguay se prefiere utilizar como componente estival de las pasturas a especies templadas de crecimiento estival, como *Medicago sativa* y *Lotus corniculatus*; en vez de leguminosas tropicales y subtropicales dado el difícil manejo de estas debido a las características de crecimiento y rebrote de las mismas, que lleva a que sean dominadas por las gramíneas tropicales y subtropicales de alto porte (Carámbula, citado por Santiñaque, 1979).

Las mezclas formadas por *Trifolium repens*-*Lotus corniculatus* son los más comunes de la región. Esta es una mezcla de gran adaptación a distintas condiciones climáticas, diferentes tipos de suelos dentro de cada potrero y a manejos de defoliación bastante indefinidos, por lo cual muestran siempre aceptable comportamiento y amplia versatilidad. Estos atributos son de vital importancia ya que permiten entregar con mayor seguridad forraje durante un periodo amplio de tiempo, dado que ambas son especies de ciclos complementarios. Por otro lado la población mezclada de individuos actúa de barrera natural ya que además de tratarse de especies de distintos géneros, presentan diferentes susceptibilidades a las plagas y enfermedades más comunes. Además, la presencia de *Lotus* disminuye las posibilidades de que haya meteorismo (Carámbula, 2002a).

Santiñaque (1979) resume el comportamiento de mezclas con inclusión de especies estivales, *Lotus corniculatus* y *P. dilatatum*, en base a resultados de varios trabajos realizados en diferentes regiones del país. La inclusión de *Lotus corniculatus* a mezclas integradas por especies invernales, aumenta la producción en primavera, verano y otoño (Arocena et al., citados por Santiñaque, 1979), mientras que la contribución de *P. dilatatum* se manifiesta en verano y otoño (Bautés et al., citados por Santiñaque, 1979). La diferente velocidad de establecimiento de estas dos especies (*Lotus corniculatus* y *P. dilatatum*) determina que en el segundo año la mayor producción se obtenga con mezclas que contienen *Lotus corniculatus*, mientras que en primavera y verano del tercer año la mayor producción se obtuvo con mezclas que contenían *Lotus corniculatus* y además *P. dilatatum* (Castro, 1973). La contribución favorable de *Paspalum dilatatum* no redujo la producción de forraje durante el invierno (Bautés et al., citados por Santiñaque, 1979). Con mezclas

complementarias conteniendo *P. dilatatum* y *Lotus corniculatus* se obtiene una distribución más uniforme del forraje durante el año, al extender su producción al verano, posibilitando además que superara el rendimiento a otras mezclas evaluadas (Risso et al., citados por Santiñaque, 1979).

En lo que se refiere a composición botánica, Santiñaque (1979) menciona que la inclusión de especies estivales contribuye a superar dos aspectos limitantes de las mezclas que solo contienen especies de ciclo invernal; uno de ellos es que reduce el ingreso de malezas estivales en momentos en que las especies invernales están presentes en baja proporción. Harris y Lazenby (1974) señalan que es importante la inclusión de gramíneas tropicales sembradas (*Paspalum dilatatum*), la cual será capaz de utilizar el espacio que queda disponible en verano por la reducción del crecimiento de las especies templadas. El otro aspecto se refiere a que se limita la competencia desarrollada por las leguminosas en la primavera y el verano (Jones et al. 1968, Castro y Escuder 1972, Castro et al. 1973, Harris y Lazenby 1974, Termezana 1976, Bautes et al., citados por Santiñaque 1979). Respecto a esto, Risso et al. (1976), Symonds et al. (1976), Bautes et al., citados por Santiñaque (1979) mencionan que el efecto se manifestó principalmente sobre *Trifolium repens*, sin evidenciarse problemas de competencia hacia las gramíneas invernales las que pudieron manifestar su potencial productivo durante el invierno.

En contraste con esto evaluaciones realizadas en la región Litoral del país en casos donde hubo alta disponibilidad de humedad, la contribución de *P. dilatatum* se redujo en el verano en mezclas con especies invernales perennes, ya que las cuales continuaron su crecimiento hasta marzo (Reunión Técnica de Producción de Pasturas, citado por Santiñaque, 1979).

En el caso de la alfalfa, según Formoso (2000a) la producción de forraje total de la alfalfa pura y en comparación a mezclas con gramíneas perennes es similar ocurriendo en general en los primeros dos a tres años de la pastura, pero puede alcanzar registros de 10 a 40% superiores, del cuarto año en adelante, muy relevantes agrónomicamente. Si bien en mezcla no incrementa la producción total de forraje, es una alternativa para mejorar la curva de oferta invernal respecto a la alfalfa pura (Kloster et al., 2003).

La incorporación de mezclas con alfalfa en los sistemas de invernada aporta una alta producción de forraje de calidad en verano, permitiendo una terminación eficiente de los animales a campo con buenas ganancias de peso (Otondo et al., 2008).

2.5 EFECTO DEL PASTOREO

2.5.1 Introducción

Una pastura bajo pastoreo es un sistema dinámico en el cual el tejido foliar continuamente producido por macollas, es consumido por animales o se pierde por senescencia. Optimizar la cantidad de forraje recolectado por el animal requiere dos consideraciones: mantener una tasa de acumulación de forraje verde alta y maximizar la eficiencia de utilización del forraje o minimizar las pérdidas del mismo (Gastal et al. 2004, Smethan, citado por Carámbula 2004).

El manejo del pastoreo debe ser dirigido a mantener las condiciones ideales para que la pastura produzca el máximo de forraje con el mínimo de pérdidas de recursos naturales, favoreciendo a la vez el mejor comportamiento animal (Carámbula, 2004).

El manejo de defoliación para producir rendimientos elevados de forraje durante la etapa vegetativa, debe considerar ambas variables (frecuencia e intensidad) en forma conjunta (Carámbula, 2004). La producción de forraje en las praderas se puede incrementar, mediante el manejo eficiente de diferentes estrategias de defoliación, al reducir o incrementar la frecuencia e intensidad de pastoreo, para favorecer la tasa de rebrote en las plantas y disminuir las pérdidas por muerte y descomposición del forraje (Matthew et al., citados por Garduño Velázquez et al., 2009).

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

2.5.2 Parámetros que definen el pastoreo

2.5.2.1 Intensidad

“Con referencia al rendimiento de cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha), el mismo está dado por la altura del rastrojo al retirar los animales, lo que no sólo afecta el rendimiento de cada defoliación, sino que condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total de la pastura. En este sentido la mayor

intensidad tiene una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje subsiguiente” (Carámbula, 2004).

Es muy importante que el rastrojo que se deje sea realmente eficiente. Para que esto suceda debe estar formado por hojas nuevas, con porcentajes mínimos de mortandad, lo cual compensa temporariamente eventuales índices de área foliar (IAF) bajos” (Carámbula, 2004).

“Si las pasturas son mantenidas a niveles de altura relativamente bajos, permanecen densas, verdes y hojosas, con alta digestibilidad a lo largo del año. Por el contrario, manejadas muy altas o muy bajas presentarán problemas serios de producción y supervivencia, con síntomas serios de deterioro, lo que indica que siempre se debe evitar la disponibilidad de masas extremas de forraje” (Langer, 1981).

Las diferentes intensidades de pastoreo generan cambios en la disponibilidad y en la estructura del forraje ofrecido a los animales. Con altas intensidades de pastoreo se generan pasturas más tiernas, con mayor proporción de hojas y tallos tiernos, determinando un mayor aprovechamiento del forraje (Zanoniani et al., 2006). Con pastoreos de mayor intensidad se obtiene menor producción, sin embargo la utilización del forraje producido es mayor debido a la mayor remoción de forraje verde y a las menores pérdidas por senescencia (Soca y Chilibroste, 2008).

Por otro lado con bajas intensidades de pastoreo se logran pasturas con tallos más desarrollados con menor proporción de hojas. Pasturas más altas determinaron mayores disponibilidades y utilización de las hojas (Zanoniani et al., 2006).

Como recomendación general, las especies postradas pueden ser pastoreadas en promedio hasta 2,5 cm y las erectas entre 5 y 7,5 cm. De no operarse así, se puede causar daños irreparables (Carámbula, 2004).

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

2.5.2.2 Frecuencia

En pastoreados intermitentes la frecuencia de defoliación está principalmente determinada por la duración del intervalo entre dos períodos

sucesivos de pastoreo, lo cual es una característica del sistema de manejo del pastoreo (Lemaire, 1997).

Desde que cada pastura tiene una estación de crecimiento limitada acorde con las especies que la forman, cuanto mayor sea el número de cosechas (pastoreos o cortes) menor será el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos. Este aspecto dado por la frecuencia de defoliación, tiene singular importancia ya que se sabe que cuanto más corto es el periodo entre dos cosechas, menor será la producción de forraje (Jacques y Edmond, Chamblee et al., Peterson y Hogan, Parson y Davis, citados por Carámbula, 2004).

Otra forma de manejar la frecuencia de pastoreo es mediante la altura del forraje disponible al comenzar el pastoreo. Para Hodgson, citado por Carámbula (2004), 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.

Si bien 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 aquella 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 demarcado en teoría por el IAF óptimo (área foliar capaz de absorber el 95% de la luz incidente) (Carámbula, 2004).

Según Watson, citado por Langer (1981), el IAF es una medida de la cantidad de hojas presente. Es la relación existente entre el área total de hojas y el área total de suelo, situado por debajo del follaje. A su vez propuso que la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) dependía del área foliar, y que cada cultivo tiene su propio IAF para una determinada TCC máxima. El mismo, ha sido denominado IAF óptimo o crítico, el cual coincide con el área foliar que es capaz de interceptar toda la luz incidente y que impide el desperdicio de luz por penetración en el suelo.

Brougham, citado por Langer (1981), mediante mediciones sobre pasturas de gramíneas/trébol a una latitud de 38° sur, determinó que el IAF mínimo necesario para que se absorba el 95% de luz incidente es alrededor de IAF 4,5 a 5,5 a mediados de verano. En cambio en invierno este IAF óptimo es de 3, ya que la cantidad de luz que llega a la pastura es menor.

“Así, en pasturas con IAF óptimos bajos, como aquellas dominadas por tréboles, es posible realizar un aprovechamiento más intenso con defoliaciones

más frecuentes (IAF 3) que en pasturas dominadas por leguminosas erectas (IAF 5) o por gramíneas erectas (IAF entre 9 y 10)" (Brougham, 1958).

Con defoliaciones frecuentes, la pradera no alcanza el índice de área foliar óptimo y en consecuencia las plantas reciben un alto cociente de luz R/RL que resulta en la formación de plantas con hojas cortas y una alta densidad de tallos. Por el contrario, con intervalos más largos la competencia por luz entre plantas aumenta continuamente, y cada defoliación implica un cambio en la calidad e intensidad de la luz que intercepta, por lo que las plantas desarrollan hojas largas y una baja densidad de tallos (Mazzanti et al., 1994).

Carámbula (2004) indica como pauta general que durante el período primavera-estivo-otoñal la cantidad de forraje prepastoreo ofrecido debería alcanzar a 1,5-2,0 tt/ha de MS, con esto se lograría no sólo más forraje anual y particularmente invernal, sino además una mayor persistencia de la pastura y un control más eficiente de malezas y gramilla.

Con un incremento en la frecuencia de cortes, el número de puntos de crecimiento, la materia seca por planta, el número de hojas y el tamaño de las mismas fueron reducidos (Singh y Sale, citados por Olmos, 2004).

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

2.5.3 Efecto del pastoreo en dinámica del crecimiento de gramíneas y leguminosas

En tapices bajo pastoreo, el tejido foliar sufre eventos de defoliación cuya frecuencia e intensidad afectan la fisiología de las plantas, por su efecto en la tasa de producción de nuevas hojas. Por consiguiente, la optimización de los sistemas de pastoreo no puede concebirse independientemente de la maximización de la producción de forraje. Es una interacción entre los tres flujos de tejido foliar que se dan en los sistemas pastoriles: crecimiento, senescencia y consumo (Parsons, citado por Azanza et al., 2004).

Agnusdei et al. (1998) menciona que tanto la vida media foliar (el tiempo que vive una hoja) y la capacidad de macollaje, son dos parámetros a tener en cuenta para un manejo eficiente y sostenible de las pasturas. El primer parámetro orienta respecto de la frecuencia de defoliación más apropiada para

optimizar la eficiencia de cosecha del forraje crecido. Especies con una corta vida media tienen un recambio foliar más rápido y deben ser pastoreadas más frecuentemente (por ejemplo raigrás perenne), en comparación con especies de mayor vida media foliar (por ejemplo agropiro). A su vez, como la vida media foliar está afectada por la temperatura media del ambiente, el recambio foliar es mucho más rápido en primavera respecto a pleno invierno, e intermedio en otoño.

Mientras crece, la hoja recibe metabolitos de las hojas precedentes, pero una vez desarrollada, es ella quien los aporta tanto a las hojas que le suceden, como a sus macollas hijas y raíces. Sin embargo, a medida que la hoja expandida envejece estos aportes van siendo cada vez menores y aún estando verde, mucho antes de su muerte, puede ser ineficiente (Williams, citado por Carámbula, 2004).

“Este aspecto puede ser muy importante en pasturas mal manejadas donde la falta de luz, por una densidad excesiva de la trama o canopia, puede provocar la muerte anticipada de hojas maduras, y su rápida descomposición, con la consiguiente pérdida de materia seca. Sin embargo, es importante aquí recalcar que luego de una defoliación, es muy probable que la velocidad de fotosíntesis de las hojas viejas sea incrementada como resultado de una mayor disponibilidad de luz” (Carámbula, 2004).

“El aumento del crecimiento luego de una defoliación está relacionado en forma directa con el área foliar remanente. Esta superficie es determinada por la intensidad de la defoliación y fundamentalmente, por el tipo de crecimiento de la especie” (Carámbula, 2004).

Langer (1981) menciona que el mayor rendimiento relativo de las pasturas sometidas a períodos de descanso prolongados en comparación con aquellas sometidas a períodos 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.

Tanto el sistema de pastoreo continuo como el rotacional son esencialmente parte de la misma respuesta del crecimiento continuo al IAF promedio de la pastura. Entonces, el principal parámetro que gobierna la producción de forraje es el IAF promedio al que es mantenida la pastura (Parsons et al., citados por Gastal et al., 2004).

La relación entre la estructura de la pastura y la producción y utilización de forraje se ha explicado por el índice de área foliar. La máxima productividad neta se da en un rango de IAF de 3-5 para gramíneas. Con IAF menores, la

productividad es limitada por la intercepción de luz, y con IAF mayores, es limitada tanto por el gasto en respiración como por senescencia (Davies, Parsons, Chapman y Lemaire, citados por Gastal et al., 2004).

“Si bien el efecto causado por las defoliaciones varía con la intensidad de las mismas, también es cierto que además este efecto varía entre gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente, las leguminosas interceptan más luz que las gramíneas, debido a la disposición de sus hojas y en consecuencia se recuperan más fácilmente. Dentro de las gramíneas también es posible encontrar este comportamiento diferencial entre los tipos erectos y postrados. Sin embargo, a pesar de que las leguminosas y las gramíneas postradas tienen rebrotes más rápidos, alcanzan antes el IAF óptimo y, en consecuencia, sus rendimientos en forraje son por lo general menores que los de las gramíneas de tipo erecto. Como resultado, estas últimas presentan una producción mayor con manejos más aliviados” (Carámbula, 2004).

Por otra parte, las especies forrajeras menos sensibles a una defoliación son aquellas que presentan un área foliar remanente mayor luego del pastoreo, lo que les permite a las plantas restablecer más rápidamente su actividad fotosintética. Sin embargo, esto es cierto siempre que la masa foliar remanente sea realmente eficiente. De ahí entonces que no sólo es importante la cantidad remanente de hojas, sino también el tipo y estado de las mismas (Bommer, citado por Carámbula, 2004).

En pasturas aliviadas muchas veces el área foliar remanente está constituida por hojas viejas y/o parcialmente descompuestas por la humedad y los microorganismos, por lo que su valor como área fotosintetizante es muy bajo. Esto es particularmente importante en gramíneas con pocas macollas nuevas, donde la mayoría de las hojas jóvenes se encuentran en el estrato superior de la pastura. En otras especies, como el trébol blanco y el trébol subterráneo, sucede todo lo contrario y las hojas nuevas que se han formado bajo la sombra proporcionada por el exceso de follaje, al ser expuestas bruscamente a la luz solar, pueden sufrir una desecación intensa, lo que provoca una menor eficiencia de las mismas (Pearce et al., citados por Carámbula, 2004).

Las especies de gramíneas templadas almacenan carbohidratos solubles en agua principalmente en la base de las macollas (o tallos), y luego usan esas reservas para suplir energía para el crecimiento y funcionamiento continuo cuando la producción de energía (a través de la fotosíntesis) es insuficiente para satisfacer la demanda (por ejemplo: luego de la defoliación o durante el sombreado) (White, citado por Donaghy y Fulkerson, 1998).

“El efecto fisiológico de la defoliación en el crecimiento y tasa de expansión de hojas ha sido considerado principalmente como un resultado de una disminución en la fotosíntesis de la planta, provocada por la remoción de área foliar, y consecuentemente de una mayor dependencia de reservas de carbohidratos” (Gastal et al., 2004).

En un contexto de sobrevivencia, hay prioridad en destinar las reservas a recomponer el canopeo en vez de destinarlo al crecimiento de raíces o nuevos macollos. Los macollos parentales tienen mayor prioridad que la macollas hijas en una situación de stress (Fulkerson y Slack 1995, Donaghy y Fulkerson 1998).

“Luego de la defoliación, la iniciación de las macollas fue lo más sensible al descenso en el nivel de carbohidratos solubles de reserva en el remanente, el crecimiento de las raíces moderadamente sensible y el crecimiento de las hojas moderadamente insensible. El momento de iniciación de las macollas hijas coincidió con el reestablecimiento del nivel de carbohidratos solubles en el remanente” (Donaghy y Fulkerson, 1998).

Se debe variar las intensidades y frecuencias de pastoreo a lo largo de las diferentes estaciones, así como de los periodos de descanso para semillazón y/o regeneración natural, todo ello relacionado con las condiciones climáticas. El manejo apropiado depende radicalmente de la variabilidad del clima, particularmente con referencia a las lluvias. Por lo tanto, los manejos más adecuados se logran cuando se trata de conciliar cada sistema de producción específico con las condiciones ambientales en que se lleva a cabo el mismo (Carámbula y Terra, citados por Carámbula, 2004).

2.5.4 Efecto del pastoreo sobre la pastura

La respuesta de plantas individuales a la intensidad y frecuencia de defoliación involucra procesos en la interfase planta-animal: en el corto plazo ocurren respuestas fisiológicas asociadas a la reducción de carbono suministrado para las plantas, resultante de la pérdida de parte del área fotosintética; y en el largo plazo existen respuestas morfológicas que permiten a la planta adaptar su arquitectura y escapar a la defoliación (Briske, citado por Azanza et al., 2004).

La interrelación entre la pastura y el rumiante en pastoreo es un proceso de doble vía donde por un lado los aspectos físico químicos y morfológicos de la pastura influyen el material ingerido por el animal. Por otro lado el forraje removido determina la cantidad y tipo de material remanente que

a la postre tiene una influencia determinante en la capacidad de rebrote de la pastura (Mott, 1960).

“El efecto fisiológico de la defoliación en el crecimiento y tasa de expansión de hojas ha sido considerado principalmente como un resultado de una disminución en la fotosíntesis de la planta, provocada por la remoción de área foliar, y consecuentemente de una mayor dependencia de reservas de carbohidratos” (Gastal et al., 2004).

2.5.4.1 Efectos sobre el rebrote

La producción de forraje luego de una defoliación depende del rebrote y de ciertos factores que la afectan (Davies, citado por Cangiano, 1997). Algunos de dichos factores principales que afectan el rebrote son: si hay o no eliminación del meristema apical, el nivel de carbohidratos en el rastrojo remanente y el área foliar remanente con la eficiencia fotosintética respectiva (Cangiano, 1997).

En este sentido Blaser y Brown, citados por Langer (1981) afirman que el rebrote después del corte depende de la interacción entre los carbohidratos de reserva en la planta y el área foliar del rastrojo residual.

Con respecto a las sustancias de reservas, son compuestos elaborados por las plantas a partir de fotosíntesis y se almacenan en raíces, rizomas, estolones y bases de macollos como carbohidratos (Millot et al., 1987).

Los patrones de crecimiento y muerte de hojas y, por lo tanto, la acumulación neta de materia seca durante el rebrote, son diferentes en función de la intensidad de defoliación. Por ello para lograr altas tasas de acumulación de materia seca, defoliaciones intensas deben asociarse a períodos de rebrote medios a largos, mientras que defoliaciones más suaves requieren menor duración del período de rebrote (Parga y Nolberto, citado por Albano et al., 2010).

“En casos donde el remanente luego del corte es bajo (bajas asignaciones), el rebrote depende principalmente de las reservas de carbohidratos, de manera que la producción de materia seca se ve limitada” (Almada et al., 2007).

Existen evidencias que el rebrote después del pastoreo depende de la movilización de productos del metabolismo desde las partes remanentes de la planta. La misma ocurre desde el sistema radicular, el tallo, la vaina foliar y las

bases de las hojas. Como consecuencia las plantas pastoreadas sin haber atravesado un período de descanso suficientemente largo como para recuperar reservas utilizadas, tendrán un rebrote más lento y por consiguiente un rendimiento menor (Langer, 1981).

“La altura de defoliación afectaría no solo la cantidad absoluta de carbohidratos solubles en el remanente sino también los requerimientos de las plantas, según la capacidad fotosintética que represente” (Fulkerson y Slack, 1995).

En un ensayo con *Lolium perenne* realizado por Fulkerson y Slack (1995), el rebrote luego del pastoreo frecuente fue solo el 65% del rebrote del menos frecuente. Esto estaba asociado al más bajo contenido de carbohidratos solubles (2,15 vs. 17,5% en el tallo remanente) y 27 veces menos cantidad de carbohidratos solubles en el remanente. Esta diferencia se debió al efecto combinado de más y más pesados macollos y al mayor contenido de carbohidratos solubles en el remanente de plantas defoliadas con menor frecuencia. El rebrote de las plantas cuyo nivel de carbohidratos solubles había sido disminuido por la mayor frecuencia y pastoreados a 2 cm de altura fue significativamente menor que el de las plantas pastoreadas a 5 y 12 cm.

2.5.4.2 Efectos sobre la producción de materia seca

Almada et al. (2007) reportan datos de su tesis en la cual la producción de materia seca aumenta conforme aumenta la asignación de forraje hasta un máximo de 12.524 kg/ha cuando la asignación es de 8,0% P.V., luego de la cual decrece, explicado porque la tasa de senescencia aumenta en gran medida y la tasa de crecimiento disminuye, debido a que las hojas remanentes luego del pastoreo presentan un promedio de edad alto y muchas senescen antes de la siguiente defoliación. Al aumentar la asignación de forraje hasta 8,0%, el crecimiento aumenta con incrementos decrecientes. Los mayores incrementos se dan en el tramo comprendido entre 2,0% y 4,5% de P.V. desde 4,5% de P.V. hasta el punto de máxima producción los incrementos son marcadamente menores. Con asignaciones mayores al punto máximo hay una disminución creciente en el crecimiento.

El crecimiento de una plántula a partir de la semilla y su crecimiento posterior así como el crecimiento de una planta adulta luego de haber recibido un pastoreo o corte, sigue una curva sigmoide. Se pueden distinguir tres etapas claramente diferenciadas: una primera etapa de crecimiento lento, una etapa intermedia de crecimiento rápido y una etapa final de escaso crecimiento (Mc Meeckan, citado por Carámbula, 2004).

“El mayor rendimiento total de una pastura se obtiene si se aprovecha al máximo las ventajas que ofrecen las entregas de forraje en la etapa de crecimiento intermedio, para lo cual la pastura debe ser mantenida, como regla general, en el tramo de crecimiento de rebrote rápido. Realizando pastoreos en dicha etapa, se logra el mejor balance entre la presencia de muchas hojas con alta capacidad de fotosíntesis, una defoliación adecuada con un consumo apropiado por parte de los animales y un porcentaje bajo de material muerto” (Carámbula, 2004).

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

“Teóricamente al menos, la acumulación de materia seca de una planta forrajera será considerada aceptable cuando el sistema de pastoreo que se está aplicando asegure el balance óptimo entre la disminución de forraje por pastoreo o muerte y descomposición de hojas, y el aumento de forraje que se produce por un proceso de fotosíntesis activo, debido fundamentalmente a valores altos de intercepción de luz, a través de un área foliar remanente apropiada” (Carámbula, 2004).

En un sistema de pastoreo rotacional, la optimización de la producción de forraje para una sucesión de períodos de rebrote implica que se pastoree cuando se alcanza la tasa de crecimiento promedio máxima (Chapman y Lemaire, citados por Gastal et al., 2004).

“Para obtener el rendimiento máximo es más importante someter a la pastura a un pastoreo intenso y bajo dejando un mínimo de rastrojo, y preservando al mismo tiempo un intervalo prolongado entre períodos de pastoreo, que tratar de dejar una cantidad importante de hojas residuales después de cada período de pastoreo. Esto se debe a varios factores, como ser: el rastrojo 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 rastrojo 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” (Langer, 1981).

Ayala Torales et al. (1995) lograron mayores volúmenes de biomasa cosechada de *Lotus corniculatus* con defoliaciones poco frecuentes y

encontraron una fuerte relación negativa entre la producción de biomasa de Lotus y la producción de biomasa de gramíneas de ciclo primavera-estival.

Por otra parte Almada et al. (2007) reportan un aumento de 2200 kg/ha, aproximadamente en la cantidad de forraje disponible, al variar la asignación de 2% a 7% de PV. El forraje remanente aumentó 1770 kg/ha, aproximadamente, para el mismo incremento de asignación, no registrándose diferencias significativas al pasar de 7% a 9,5% para las variables mencionadas. La producción de materia seca y de biomasa verde se incrementan en forma similar al aumentar la asignación de forraje, hasta un máximo cuando la asignación es de 8,0% del P.V., luego del cual decrece. Los mayores incrementos se dan al aumentar la asignación entre 2 y 4,5%. Por cada aumento porcentual de la asignación, al variar la misma entre 2 y 9,5%, la tasa de crecimiento se reduce en 327 kg/ha/1% P.V.

Agustoni et al. (2008) reportan que la materia seca mostró un comportamiento cuadrático, aumentando a medida que aumenta el porcentaje de asignación y alcanzó un máximo de 5199 kg/ha a una asignación de 6,8%. Con respecto a la cantidad de forraje disponible mostró un aumento de aproximadamente 400 kg/ha, al pasar de 2,0% a 7,0% de P.V. de asignación de forraje. Respecto al forraje remanente, éste aumentó 440 kg/ha aproximadamente para el mismo incremento de asignación. No se obtuvieron diferencias significativas para ninguna de las dos variables mencionadas al pasar de 7,0% a 9,5% de asignación.

2.5.4.3 Efectos sobre la estructura y morfología

Existen varios factores que pueden afectar la estructura del tapiz de una pradera, en primer lugar el tipo de pastura, es decir las especies y la proporción en que se encuentran. Pasturas donde predominan gramíneas tienden a tener mayor densidad en los estratos inferiores que aquellas donde predominan leguminosas, especialmente trébol blanco (Albano et al., 2010)

El manejo de pastoreo es otro factor importante de variación, pasturas bajo pastoreos continuos tienden a ser más densas que las de pastoreo rotativo, especialmente en estratos inferiores. En pastoreos continuos, pasturas mantenidas con bajo IAF presentan una mayor densidad de macollos, siendo estos de menor tamaño. A su vez una mayor densidad poblacional de macollos es esperada en pasturas sujetas a defoliaciones más frecuentes, por disminuir el efecto de sombreo en macollos basales (Fernández y Nava, 2008).

Defoliaciones severas generan plantas con vainas más cortas por lo que la composición del forraje presenta mayor proporción de láminas, una mayor digestibilidad en la dieta y un mayor consumo del forraje, generando de esta manera un menor remanente (Almada et al., 2007)

El pastoreo incide directamente sobre la morfogénesis de las especies que integran las comunidades vegetales. Esta incidencia depende básicamente de la especie animal y de la carga que soporte la pastura. La defoliación provoca una disminución en el largo de las hojas en el caso de que el corte ocurra en la vaina, pero no tiene un efecto significativo cuando ocurre en la lámina (Grant et al., Van Loo, citados por Gastal et al., 2004).

Hodgson, citado por Almada et al. (2007), sostiene que existe una estrecha relación funcional entre la densidad de macollos y el tamaño individual o lo que es lo mismo el peso de estos en la pastura, decreciendo este al aumentar la densidad de los macollos y viceversa.

“Desde tiempo atrás se ha sostenido que el proceso de macollaje disminuye con la intensidad de pastoreo; no obstante cuando las condiciones ambientales son favorables, éste en general afecta poco dicho proceso” (Carámbula, 2004).

La tasa de macollaje aumenta con la intensidad de defoliación de la pastura (Brougham, Langer y Grant, citados por Almada et al., 2007).

El aumento en la tasa de macollaje debido al uso más intenso y frecuente de la pastura es consecuencia de un cambio en el ambiente que rodea a la planta, provocado principalmente por el corte de plantas vecinas. El corte de la pastura permite un ambiente lumínico en la base de la misma más favorable para la aparición de macollos (Voisin 1959, Youngner 1972). Casal et al. (1985) menciona que lo que ocurre es que cuanto menor es la altura de la pastura y mayor entrada de luz hacia el interior del tapiz se altera la calidad de esta aumentando la relación rojo/rojo lejano en la base de la planta, aumentando así el macollaje.

En la pastura durante el rebrote, después del pastoreo se ve un incremento inicial del número de macollos enseguida del pastoreo, para después disminuir aumentando el tamaño de éstos. Pastoreos intensos reducen el tamaño de los macollos y a la vez estimulan el proceso de macollaje más que los pastoreos leves (Hodgson, citado por Almada et al., 2007).

El pastoreo frecuente baja sustancialmente el peso medio de macollas y el crecimiento radicular (Fulkerson y Slack, 1995).

Bajo regímenes severos de defoliación, la tasa de aparición de nudos y el crecimiento de las yemas axilares, se reduce drásticamente y aumenta la mortalidad de plantas. Un incremento en la frecuencia de cortes en combinación con plantas estresadas por deficiencia de fósforo, puede afectar negativamente la sobrevivencia de plantas, así como defoliaciones severas afectan en mayor medida el desarrollo de las yemas reproductivas, respecto a las yemas vegetativas (Hay y Newton, citados por Olmos, 2004).

Un tamaño reducido de planta puede no solo afectar negativamente la productividad de la misma, sino también su sobrevivencia. Bajo regímenes severos de defoliación, el tamaño de la hoja es reducido y esto puede llevar a una menor eficiencia de la hoja (Brougham, 1956), terminando en un tamaño de planta reducido el cual puede ser extremadamente afectado por la competencia de gramíneas en los períodos secos.

Filman y Acuña, citados por Olmos (2004) registraron un área foliar reducida, un menor largo de pecíolo y un menor largo de entrenudo cuando se disminuyó la altura de corte.

En trébol blanco a medida que el intervalo de cortes se incrementa, se registra una tendencia a destinar una mayor cantidad de recursos a los estolones que a las hojas (Fisher y Filman, citados por Olmos, 2004).

Al variar la composición botánica también se modifica la estructura de la pastura. Cargas bajas acompañadas de largos períodos de descanso reducen la densidad del tapiz, al aumentar la altura de las plantas por consecuencia de un alargamiento de los entrenudos. A la inversa, cargas altas y períodos de descanso cortos aumentan la densidad de hojas, principalmente en los estratos inferiores (0-15 cm), así como aumenta la cantidad de material muerto (Stobbs 1973, Milne et al. 1982).

2.5.4.4 Efectos sobre la composición botánica

Desde el punto de vista de la selectividad animal sobre una pastura, es de destacar la influencia de la misma sobre la composición botánica, ya que este comportamiento puede conducir a la desaparición de las especies más apetecibles de la pastura. Tal es el caso de las leguminosas, ya que los animales concentran su actividad sobre las mismas respecto a las gramíneas, por lo cual se deben realizar manejos que enterezcán estas últimas de modo de aumentar su apetecibilidad, reduciendo en cierta forma dicha selectividad (Carámbula, 2004).

Se han observado marcadas diferencias en la estructura según la edad de la pastura. En primer lugar las pasturas más viejas presentaron mayor densidad en el estrato inferior, así como mayores % MS, y menor digestibilidad. Esto puede explicarse por el cambio del balance entre gramíneas/leguminosas que se produce en el tiempo, siendo el porcentaje de gramíneas en praderas nuevas de 37%, mientras que para las más viejas fue de 61% (García, 1995b).

El manejo de una pastura mixta debería apuntar al mantenimiento de cierto equilibrio entre los componentes gramínea y leguminosa, de forma tal que permita la obtención de buenos rendimientos de forraje de calidad, así como la disminución de riesgo de meteorismo y/o desbalances en la dieta (Millot et al., 1987).

Existe un efecto directo de la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre la composición botánica de la pastura, al tener efectos, por ejemplo, sobre la morfología de las especies (Bryant et al. 1970, Heitschmidt 1984).

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

El sometimiento de una pastura a un pastoreo intenso en el momento de máximo crecimiento de cualquier especie en la primavera, deprime a esta especie en comparación con el resto de la pastura. Esto está supeditado a su vez, a la tolerancia de las especies al pastoreo y pisoteo (Langer, 1981).

“Los períodos de descanso prolongados y un crecimiento vigoroso de la gramínea producen mayores rendimientos de materia seca pero deprimen a los tréboles más que los períodos de descanso más cortos” (Langer, 1981).

Manejos de pastoreos poco frecuentes en primavera determinan una mejor competencia por luz del componente gramínea sobre las leguminosas, mientras que en invierno se revierte la situación, donde la escasez de luz favorece las leguminosas. Un manejo eficiente de la luz a través de la defoliación, puede hacer variar las proporciones de las diferentes especies que constituyen la pastura. Así, si bien con defoliaciones frecuentes la mayoría de las leguminosas se ven favorecidas, debido a que con áreas foliares pequeñas absorben más energía que las gramíneas, en general estas últimas ven estimulado su crecimiento en los casos de defoliaciones poco frecuentes (Carámbula, 2004).

La eficiencia de utilización de la luz varía entre las diferentes especies dependiendo tanto de la arquitectura de la planta, del hábito de crecimiento y de

la posición de sus hojas. Por lo cual a igual valores de índice de área foliar, las leguminosas presentan mayor intercepción de luz que las gramíneas. Un ejemplo de esto observado por Brougham, citado por Carámbula (2004), es que para interceptar un 50% de la luz, el raigrás necesita un IAF de 2,5, mientras que los tréboles solo necesitan un IAF de 1,0.

Las especies que crecen rápido para ubicar las hojas en los estratos superiores del canopy de la pastura pueden fotosintetizar más eficientemente y sombrear a las plantas vecinas (Hutchings y de Kroon, citados por Almada et al., 2007).

Bryant y L'Huillier, citados por Thom y Bryant (1991) reportaron que existía el doble de contenido de trébol blanco en pasturas pastoreadas en rotaciones rápidas comparadas con rotaciones lentas, para mediciones en noviembre y diciembre.

Para Almada et al. (2007), trabajando con una mezcla de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, de primer año no existieron diferencias significativas en la composición botánica promedio durante el período del ensayo entre las diferentes asignaciones de forraje, salvo en la fracción restos secos. La fracción gramínea disminuyó en todos los tratamientos con el transcurso de los pastoreos. La disminución fue leve en el tratamiento de 2% y más acentuada en los tratamientos de mayor asignación de forraje. El componente restos secos tuvo un comportamiento inverso al de las gramíneas. Las leguminosas tendieron a aumentar su proporción en los tratamientos de menor asignación a medida que suceden los pastoreos. Y el enmalezamiento no presentó una proporción relevante en ningún tratamiento en el período evaluado.

Agustoni et al. (2008) trabajando con la misma mezcla que Almada et al. (2007) pero de segundo año, observaron que fue predominada por trébol blanco con tal solo un 20% de raigrás perenne, lo cual determinó que se redujera en aproximadamente un 50% la producción de forraje y de carne por hectárea. Este comportamiento de la gramínea resultó más típico de un raigrás anual que el de un perenne bajo las condiciones climáticas y de manejo que se dieron durante el experimento. También mencionan que la morfología, estructura y composición mostraron respuestas a las variaciones en la asignación de forraje. Contrariamente a lo que se esperaba, el trébol blanco presentó una respuesta cuadrática al aumento de la asignación, rechazándose la hipótesis de que con pastoreos intensos se ve beneficiada su producción y proporción en la mezcla.

2.5.4.5 Efectos sobre la persistencia

La vida de una pastura depende del manejo que ella recibe en el primer año de vida (Davies, citado por Gastal et al., 2004). *“Si los pastoreos se efectúan demasiado seguidos, las pequeñas plantas no acumulan reservas en sus órganos subterráneos y llegadas las épocas en que los suelos poseen insuficiente humedad, muchas de ellas morirán rápidamente”* (Carámbula, 2004).

“Las reservas de carbohidratos resultan ser determinantes de la resistencia a las temperaturas frías del invierno y a las temperaturas altas al avanzar la primavera hacia el verano. De ello se deduce que cualquier manejo de pastoreo inicial de las plántulas que promueva bajas cantidades de reservas de carbohidratos solubles, conducirá a poblaciones ralas y débiles” (Carámbula, 2004).

Cuando la movilización desde órganos aéreos es insuficiente, puede ocurrir movilización de asimilados desde la raíz, principalmente de compuestos nitrogenados. Dicha movilización puede provocar una disminución o hasta el cese del crecimiento de la raíz, y puede en algunos casos provocar senescencia en la raíz (Gastal et al., 1992).

En el caso de las especies perennes, la persistencia debe favorecerse por medio del manejo de pastoreo, de tal forma que permita la aparición de nuevas unidades de crecimiento, mediante el mantenimiento de los procesos de macollaje y de formación de tallos, rizomas y estolones. A su vez en algunas especies, y en determinadas condiciones se debe permitir los procesos de floración y fructificación. Por lo tanto, se destaca la gran importancia del manejo del pastoreo sobre la pastura, ya que generalmente manejos erróneos traen como consecuencia una reducción de la producción de materia seca, una disminución en la calidad de la misma con la consecuente reducción en la producción animal, así como el acortamiento de la vida productiva de la pastura (Carámbula, 2004).

Un menor sistema radicular que resulta de pastoreos frecuentes presumiblemente pondría a las plantas en riesgo de ser arrancadas por los animales durante el pastoreo (Thom et al., citados por Donaghy y Fulkerson, 1998).

Si la intensidad de pastoreo es tal que provoque la disminución de la producción de fotoasimilados, no se destina lo suficiente para mantener el sistema radicular activo, retardando el crecimiento del mismo, con lo cual se perjudica el crecimiento de toda la planta. Esto último afecta negativamente la

producción ya que muchas plantas, al ser más débiles, mueren ante situaciones adversas o son arrancadas por los animales durante el pastoreo (Almada et al., 2007).

Agustoni et al. (2008) en referencia a una mezcla de segundo año de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* menciona que a bajas asignaciones (2,0% P.V.) se logran buenas producciones de carne por hectárea, pero esto en el mediano plazo es contraproducente, ya que si bien se obtienen altos porcentajes de utilización de forraje se afectan los componentes de la mezcla sembrada, aumentando la proporción de malezas y de suelo desnudo, perjudicando la producción futura de la misma. A altas asignaciones (9,5% P.V.) la producción de carne obtenida es similar al caso anterior, pero implica la remoción del estrato alto de la pastura impidiendo así el pasaje de luz a los estratos inferiores, lo cual afecta el stand de plantas y por ende la producción futura de la pradera. Por lo tanto, se podría concluir que ninguno de los dos extremos son aconsejables en cuanto a la mezcla evaluada sino que se debe encontrar el punto de equilibrio que permita obtener buenas producciones de carne y forraje, sostenidas en el tiempo.

2.5.4.6 Efectos sobre la calidad

La calidad o valor nutritivo de una pastura es función tanto del valor nutritivo, dependiente de la composición (energía, materiales nitrogenados, minerales y vitaminas) y del equilibrio entre ellas, así como de la aptitud de las mismas para ser consumidas (apetecibilidad) en cantidad suficiente (Carámbula, 2004).

Existe gran variabilidad entre especies en su grado de apetecibilidad por el animal y en su valor nutritivo. En general las leguminosas son de mayor valor nutritivo que las gramíneas, y entre éstas las templadas (Millot et al., 1987).

Se puede afirmar que el mayor potencial nutritivo de las leguminosas sobre las gramíneas se debería a que las primeras poseen una menor concentración de paredes celulares, una digestibilidad más rápida de la materia seca y por consiguiente un menor tiempo de retención de la ingesta, lo que conduce, precisamente a un mayor consumo (Carámbula, 2004).

A medida que avanza en el ciclo de maduración de una pastura, la calidad de forraje disminuye. Esto se debe a: translocación de carbohidratos y proteínas hacia la inflorescencia y frutos, aumento de la lignificación de las paredes celulares y disminución de la relación hoja/tallo, fundamentalmente en

la fracción gramínea, ya que en las leguminosas estos cambios son menos notorios (Millot et al., 1987).

Debido al cambio en la relación hoja/tallo, un sistema de cortes frecuentes produce forraje con mayores niveles de proteína y extracto etéreo, pero menores niveles de fibra cruda, que los cortes menos frecuentes (Langer, 1981).

En pasturas no cortadas, hay un aumento en la energía bruta hacia la madurez. Cuando las pasturas son cortadas o sometidas a pastoreo con frecuencia, la energía bruta permanece notablemente constante durante toda la estación. Sin embargo, los cambios de digestibilidad con la edad y el intervalo entre períodos de pastoreo, significan que la cantidad de energía disponible para el animal es considerablemente menor que el valor de energía bruta (Langer, 1981).

Para que una pastura mantenga una alta calidad, el manejo del pastoreo debe favorecer la presencia de porcentajes elevados de hojas verdes a lo largo de todo el año. Este estado de hojosis permitirá alcanzar porcentajes de digestibilidad comprendidos en un rango de 65 a 75%, dado que el alto contenido de hojas está relacionado básicamente con la presencia de poca pared celular (hemicelulosa, celulosa, y lignina) y alto contenido celular (azúcares, proteínas, lípidos y minerales) (Carámbula, 2004). *“Por otra parte, se debe tener en cuenta también que de acuerdo con ciertos autores, por cada unidad de incremento del porcentaje de restos secos el porcentaje de digestibilidad de la pastura disminuye un 0,5%”* (Carámbula, 2004).

Pastoreos o cortes poco frecuentes y severos proporcionan rendimientos mayores de forraje de menor calidad, mientras que pastoreos o cortes repetidos y aliviados, promueven rendimientos menores pero de mayor calidad (Langer 1981, Carámbula 2004).

Cualquier intento por aumentar la calidad del forraje en la etapa reproductiva es acompañado siempre por una disminución en la cantidad de forraje producido (Langer 1981, Carámbula 2004).

2.5.5 Efectos sobre la utilización del forraje

La eficiencia de utilización de forraje en un sistema de pastoreo puede ser definida como la proporción del tejido foliar producido que es removido por los animales antes de entrar en el estado de senescencia (Chapman y Lemaire, citados por Gastal et al., 2004). El cálculo de la eficiencia de utilización debería

contemplar que la pastura sea mantenida en un estado que permita la “sustentabilidad” de la producción de forraje (Bircham y Hodgson, citados por Gastal et al., 2004).

Según García, citado por Leborgne (1995), la utilización promedio para una pradera en la zona del litoral es de 70% en invierno y 60% en primavera.

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

“En un sistema de pastoreo rotacional, el intervalo entre defoliaciones está determinado por el período de descanso (entre dos defoliaciones sucesivas). Si el período de descanso es más corto que el tiempo de vida promedio de las hojas de las especies consideradas, la eficiencia de utilización del forraje será optimizada, pero si es más largo, una proporción de tejido foliar llegará a la etapa de senescencia antes de la siguiente defoliación, y la eficiencia de utilización disminuirá” (Gastal et al., 2004).

A IAF altos, no solo baja la productividad neta sino también la utilización del forraje, debido a que el consumo disminuye por la presencia de material senescente (Hodgson et al., citados por Gastal et al., 2004).

Pastoreos severos favorecen la utilización del forraje ofrecido, pero provocan descensos en la producción debido a una menor área fotosintéticamente activa. Por el contrario, en pastoreos muy aliviados, si bien se hace máxima la producción de forraje, una considerable proporción del alimento utilizable por los animales es desperdiciada (Heitschmidt et al., citados por Fulkerson y Slack, 1995).

2.5.6 Efecto del pastoreo sobre la performance animal

Algunos investigadores sostienen que la carga es la variable más importante en la determinación de la eficiencia de conversión de pasto a productos animales. Sin embargo ha sido difícil poder aislar los efectos que por separado producen la carga y el sistema de pastoreo (Wheeler, 1962).

“Cuando la carga es baja, la producción por animal es alta. Aumentos sucesivos en la carga provocan a partir de determinado momento, disminuciones en la ganancia individual. Esto se debe a que el forraje disponible comienza a limitar el consumo por animal y a incrementar la actividad del pastoreo por unidad de forraje consumido. La producción por hectárea aumenta dentro de cierto rango debido a que la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de disminución en la producción por animal. Luego, la producción por hectárea también desciende, a causa del marcado descenso en la producción por animal” (Mott, 1960). La “capacidad de carga”, o sea, la carga animal óptima que puede soportar la pradera, es la mejor estimación del rendimiento de la misma en términos de número de animales (Mott, 1960).

A medida que se disminuye la presión de pastoreo hay un aumento en el producto animal expresado como promedio de aumento diario de peso (Blaser et al., Riewe, citados por Cubillos y Mott, 1969). Esto significa que hay una correlación negativa entre la carga animal y la ganancia por individuo y se debe a que al disminuir la carga aumentan las posibilidades de selección de un forraje de mayor valor nutritivo (Cubillos y Mott, 1969).

En cuanto a la altura de la pastura diversos autores concluyen que es un importante determinante de la performance del ganado de carne (Jamieson y Hodgson 1979, Morris et al. 1993). Hodgson (1990) sostiene que la relación entre la altura y la producción animal es positiva si se aplica a aquellas pasturas basadas en especies de hábito postrado y alta capacidad de macollaje como las formadas por raigrás perenne y trébol blanco.

Cuando la disponibilidad de forraje es muy baja, el tamaño de bocado es reducido, y los animales se ven obligados a aumentar el tiempo de pastoreo (Freer, 1981). El aumento en la actividad de pastoreo trae como consecuencia un mayor gasto de energía que puede traducirse en diferencias muy importantes de ganancia de peso, aún con igual consumo de forraje de similar digestibilidad (Sahlu et al., 1989).

En pasturas en estado vegetativo o con tallos reproductivos pequeños, el tamaño de bocado se incrementa al incrementarse la altura (Forbes 1988,

Arias et al. 1990); siendo este el principal componente del comportamiento ingestivo en pastoreo que influye en el consumo (Mursan et al., 1989).

Las características del forraje (relación hoja/tallo, porcentaje de material muerto, altura, etc.) determinan la proporción y cantidad del alimento disponible que es consumido por el animal. El animal en pastoreo, dentro del forraje disponible selecciona generalmente una dieta compuesta principalmente de material verde, aun cuando la disponibilidad del tapiz sea baja (Hudson et al., 1977).

Las características de la pastura (composición botánica, cantidad, estructura, relación hoja/tallo, estado fenológico, composición química, digestibilidad) afectarán las ganancias de peso a través del efecto que tienen sobre la ingestión total de nutrientes y del gasto de energía del animal para lograr ese consumo.

“Muchas son las experiencias que concluyen la preferencia vacuna por las leguminosas, aún a similares valores de digestibilidad” (Van Soest, 1965). Algunos autores sostienen que esta preferencia estaría dada por el mayor contenido de proteína cruda y minerales totales de las leguminosas cuando se encuentran en similar estado de madurez que las gramíneas. Asimismo los valores de proteína cruda pueden incrementarse considerablemente mediante fertilización nitrogenada (Marten, 1985).

Cuando se utiliza un sistema de pastoreo rotativo, cada vez que los animales entran a una nueva pradera el consumo es alto durante el primer tiempo. En este caso el forraje es altamente seleccionado, pero esta selectividad disminuye a medida que el tiempo transcurre y los animales permanecen en la misma pradera. Al final del período ellos se ven forzados a consumir el forraje más maduro y menos digestible (Cubillos y Mott, 1969).

Al ofrecer al animal pasturas que contengan en cantidades suficientes sus especies y fracciones favoritas, se logran mejores performances, tendencia que es revertida a medida que aumenta la presión de pastoreo. Altas cargas disminuyen la posibilidad de seleccionar las fracciones más apetecidas (Minson 1983, Miñon et al. 1984). Aplicando diferentes asignaciones de forraje existen cambios en la calidad de lo que el animal consume, debido a una mayor o menor posibilidad de selección (Dalley et al., 1999).

Vaz Martins y Bianchi (1982) encontraron una relación lineal entre la altura del forraje rechazado y la ganancia diaria de terneros pastoreando una pradera de leguminosas y gramíneas. Una baja altura de remanente presenta una elevada proporción de material muerto y tallos con alto contenido de

carbohidratos estructurales y menor digestibilidad, redundando en una disminución del consumo voluntario y en la calidad de la dieta de los animales en pastoreo. Por lo tanto las ganancias de P.V. de los animales que dejan remanentes de baja altura serán inferiores a aquellos animales retirados de la pastura con una mayor altura del forraje residual (Blaser et al., Tayler, Nicol, citados por Bianchi, 1982).

Según Dougerthy, citado por Jamieson y Hodgson (1979), la tasa de consumo de materia seca incrementa hasta asignaciones de aproximadamente 10% (10 kg MS/100 kg P.V.). Posteriores incrementos en la asignación no provocan aumentos en la tasa de consumo. Reducciones en el consumo a bajas asignaciones de forraje resultan de un incremento en la dificultad de aprehensión e ingestión del forraje (Jamieson y Hodgson, 1979). Si los factores intrínsecos al animal no son limitantes, la producción por animal y por hectárea está determinada fundamentalmente por las variaciones en disponibilidad, calidad y valor nutritivo de las pasturas (Allegri, 1982).

2.6 PRODUCCION DE FORRAJE

Según datos mencionados por Leborgne, citado por Fariña y Saravia (2010) la producción de forraje de primer año de una pastura compuesta por *Trifolium repens*, *Lotus Corniculatus* y gramínea perenne es de 4,5 tt MS/ha, con una tasa de crecimiento de 35,7 kg MS/ha/día para el mes de setiembre y de 36,5 kg MS/ha/día para el mes de octubre.

Según Santiñque (1979), una pradera de *Festuca arundinacea-Trifolium repens-Lotus corniculatus-Paspalum dilatatum*, en la primavera del año de su establecimiento produce alrededor de 4,15 tt MS/ha, con un aporte de 4% por parte de la festuca, 76% por el trébol, 20% por el lotus y 0% por parte del paspalum. Con un enmalezamiento de 6% (% de la producción de materia verde por ha) en noviembre y 2% en diciembre.

Fariña y Saravia (2010) reportan datos de producción de forraje de 5274 kg MS/ha y 4635 kg MS/ha para mezclas de primer año compuestas por *Lolium perenne*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens*, y *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* respectivamente.

Fogolino y Fernández (2009), reportan datos de producción de 3000 kg MS/ha aproximadamente para una mezcla forrajera de primer año, compuesta por *Agropyro elongatum*, *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. La causa de los bajos valores de producción es adjudicada a la fecha de

siembra tardía, el cultivo antecesor de difícil descomposición y al déficit hídrico ocurrido durante el período experimental.

Almada et al. (2007) mencionan que la producción de materia seca de una mezcla compuesta por *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* aumenta conforme aumenta la asignación de forraje hasta un máximo de 12.524 kg/ha cuando la asignación es de 8,0% P.V., luego de la cual decrece. Por otra parte la tasa de crecimiento promedio, disminuye en forma lineal al aumentar la asignación de forraje. La disminución es de 163 kg/ha por cada aumento porcentual de la asignación.

Agustoni et al. (2008) para la misma mezcla antes mencionada, pero de segundo año, menciona que la producción de materia seca aumenta conforme aumenta la asignación de forraje hasta un máximo de 5199 kg MS/ha cuando la asignación es de 6,8% a partir de la cual decrece.

2.7 PRODUCCION ANIMAL

2.7.1 Introducción

El producto animal generado a partir de la pastura depende de la calidad y cantidad del forraje producido, así como de la forma o eficiencia de utilización del mismo, el que a su vez se encuentra influenciado por la proporción de la oferta que es consumida y por su digestibilidad (Raymond, 1964).

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

El principal determinante de la producción de carne es la cantidad de pastura que puede producirse y que puede ser cosechada por el animal o conservada como heno o ensilaje (Jagusch, 1981).

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

Cangiano (1996) el logro de una alta eficiencia de conversión del pasto producido en producto animal, implica ajustar la carga y el método de pastoreo con el crecimiento de las plantas forrajeras.

La asignación de forraje (kg MS/100 kg P.V.) es uno de los factores más importantes que afectan el consumo en pasturas y uno de los más manejables cuando se pretende realizar un manejo de pastoreo (Hodgson, 1984). Según Cardozo, citado por Almada et al. (2007), la dotación juega un rol importante tanto en la utilización del forraje como en la vida productiva de la pastura.

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

A bajas asignaciones de forraje se reduce el consumo debido a un incremento en la dificultad de aprehensión e ingestión del forraje (Jamieson y Hodgson, 1979). Si los factores intrínsecos al animal no son limitantes, la producción por animal y por hectárea está determinada fundamentalmente por las variaciones en disponibilidad, calidad y valor nutritivo de las pasturas (Allegri, 1982).

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

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

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

En contrapartida, pastoreos aliviados estimulan la selección de especies y de hojas de la pastura, pero disminuyen la eficiencia de cosecha y por lo tanto, la eficiencia de utilización de la pastura. En el largo plazo, pueden

quedar zonas de la pastura sin pastorear que disminuyen su calidad por un aumento en la cantidad de material senescente (Escuder, citado por Cangiano, 1996). Wales et al. (1998), encontraron que los animales seleccionaron consistentemente dietas con mayor cantidad de proteína cruda y menor nivel de fibra detergente neutro en relación a bajas asignaciones.

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

Una baja producción de carne puede ser consecuencia de una baja calidad o cantidad de forraje consumido debido a un elevado número de animales por unidad de superficie; pero también puede aparecer en condiciones de forraje abundante y alta calidad siendo éste pastoreado a una baja carga (Elizalde, 1999). Por lo tanto, la producción animal es la consecuencia de la producción de forraje, eficiencia de cosecha, calidad del alimento y eficiencia con que ese alimento es convertido en producto animal (Gómez, 1988), en tal sentido el consumo y selectividad animal bajo pastoreo tiene una importancia fundamental en determinar la productividad y la eficiencia global de los sistemas pastoriles (Hodgson, 1990).

En cuanto a la ganancia por hectárea la mayoría de los investigadores coinciden que la relación entre la producción por hectárea y el aumento en la presión de pastoreo es curvilínea, con respuesta decreciente en ganancia de P.V. frente a nuevos incrementos en la presión de pastoreo (Mott, 1960). Otros como Jones y Sandland (1974) proponen un modelo lineal con disminuciones constantes frente a incrementos uniformes en la presión de pastoreo, el cual predice que valores de ganancia por animal negativos ocurrirán a cargas mayores al doble que la carga óptima, a diferencia del modelo de Mott (1960) que predice que esto pasará con un 50% más de animales por encima de la carga óptima. Por otro lado Petersen et al., citados por Almada et al. (2007) menciona que la relación entre la cantidad de alimento ajustada por animal y la ganancia diaria presentan una relación casi lineal cuando la cantidad de forraje es restringida.

La mejora de la producción por hectárea debido a aumentos de la carga animal se puede atribuir a una mejor utilización del forraje producido (Viglizzo, 1981). Parsons et al., citados por Cangiano et al. (1996) proponen que en pasturas pastoreadas intensamente el factor dominante es la disminución en el crecimiento de forraje; en tanto en pasturas pastoreadas con baja intensidad, lo que domina es el bajo aprovechamiento del forraje producido, disminuyendo linealmente la utilización del mismo.

2.7.2 Datos de ganancias en tesis anteriores

En un experimento llevado a cabo con animales Holando en una pastura perenne de primer año sometidos a una asignación de forraje del 6%, que es considerada como intermedia, tuvieron ganancias de 2,0 kg/día y la ganancia total por animal fue de 165 kg. Estos altos valores de ganancias se deben a la eficiencia de la raza Holando y a que la oferta de forraje no es limitante. La producción de carne por hectárea fue de 410 kg (Fogolino y Fernández, 2009).

Almada et al. (2007) también trabajando con novillos Holando pastoreando una pradera de primer año (compuesta por *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*), obtuvieron que con aumentos en la asignación de forraje se registró un aumento en la ganancia diaria por animal, alcanzando el máximo con la asignación de 7% de P.V. La producción animal por hectárea aumentó al disminuir la asignación de forraje, presentando una respuesta lineal. Trabajando a una asignación de forraje cercanas al 6%, los animales lograron ganancias diarias alrededor de 1,5 kg/animal/día; y producciones por hectárea de 900, 700 y 500 Kg/ha de carne, para asignaciones de 4,5%, 7% y 9,5% del P.V. respectivamente.

Por otro lado Agustoni et al. (2008), también trabajando con terneros Holando pero sobre una pradera de segundo año, recomiendan manejar asignaciones de forraje cercano a 6 % del P.V. Ya que con estas asignaciones lograron obtener los mejores resultados en cuanto a producción de carne por hectárea (530 kg/ha), y performance individual de los animales de (1,450 kg/animal/día). Además de un adecuado porcentaje de utilización (55%) y forraje utilizado (3900 kg MS/ha), sin afectar notoriamente la composición y producción de la pradera (5200 kg MS/ha).

Farinha y Saravia (2010) obtienen valores de ganancias diarias entorno a los 2,6 Kg/animal/día para dos mezclas diferentes (*Lolium perenne*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens*; y *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens*), con asignaciones de forraje entre 5 y 7%, sin diferencias significativas entre mezclas, aunque levemente superior la mezcla con raigrás debido a su mayor digestibilidad primaveral que la festuca (Picasso, citado por Farinha y Saravia, 2010). Pero significativamente diferente producción de carne por hectárea entre las mezclas; 545 kg/ha de carne la mezcla que contiene raigrás y 590 kg/ha la que contiene festuca, explicado por esa leve superioridad de ganancia individual obtenida en la mezcla con raigrás.

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES

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) ubicada sobre la ruta nacional No. 3, Km 363. El mismo se llevó a cabo en el período comprendido entre el 10/05/2010 al 2/12/2010.

3.1.2 Descripción del sitio experimental

El experimento se localizó en el potrero número 34 sobre la latitud 32°22'30,93"S y longitud 58°03'47,08"O.

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

3.1.3 Antecedentes del área experimental

Previo a la implantación de las mezclas había una pastura de tercer año compuesta por una mezcla de *Agropyron elongatum*, *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lótus corniculatus*, pero al momento de realizar el barbecho químico predominaba el *Agropyron*. Para la preparación de la sementera se aplicaron 5 lts de glifosato 480 IA el 10 de marzo. Las mezclas fueron sembradas el 10 de mayo de 2010, salvo el *P. notatum* y *P. dilatatum* que fueron sembrados el 1 de junio. Las gramíneas fueron sembradas en línea y las leguminosas al voleo, a su vez los paspalum cruzados a festuca y dactylis. Las densidades de siembra fueron 10 kg/ha de *Dactylis glomerata* cv. Perseo, 12 kg/ha de *Medicago sativa* cv. Chaná, 15 kg/ha de *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, 2 kg/ha de *Trifolium repens* cv. Zapican, 8 kg/ha de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, 12 kg/ha de *P. notatum* cv. Pensacola y 45 kg/ha de *P. dilatatum* comercial. A la siembra se

fertilizó con 150 kg de fosfato de amonio (18:46), y el 5 de agosto se realizó una aplicación para las hojas anchas de 900 cc de 2-4DB más 350 cc de Preside.

3.1.4 Tratamientos

Los tratamientos consistieron en 4 mezclas:

T1: *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*

T2: *Trifolium repens*, *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*

T3: *Trifolium repens*, *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*, *Paspalum notatum*

T4: *Trifolium repens*, *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*, *Paspalum dilatatum*

Las mezclas fueron pastoreadas con terneros de raza Holando de 12 a 14 meses de edad, con un peso individual promedio inicial de 145 kg, siendo asignados al azar a los diferentes tratamientos, de tal forma que el peso vivo promedio de las parcelas sea similar. Cada tratamiento fue pastoreado con 5 novillos, manteniendo una carga promedio durante el periodo experimental de 2 UG/ha. Se realizaron dos pastoreos por bloque, la fecha del primer pastoreo fue desde el 10/09/10 hasta el 12/10/10. El 10/09 los animales entran al primer bloque y salen el 2/10, fecha en que entran al segundo bloque hasta el 12/10 que pasan pastorear al tercer bloque hasta el 20/10, fecha en que termina el primer pastoreo y comienzan el segundo pastoreo reingresando nuevamente al bloque 1. El 5/11 pasan al segundo bloque y el 15/11 pasan al tercer bloque finalizando el 30/11 el segundo pastoreo.

El método de pastoreo utilizado fue rotativo y la ocupación en la franja fue hasta alcanzar una intensidad de 5 cm.

3.1.5 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar. El área experimental abarca una superficie de 4,6 ha, la cual fue dividida en cuatro bloques. Uno de estos bloques corresponde a una zona baja, el cual no fue utilizado. Los bloques se dividieron en cuatro parcelas iguales, obteniendo de esta forma doce parcelas, cada una de estas corresponden a la unidad experimental.

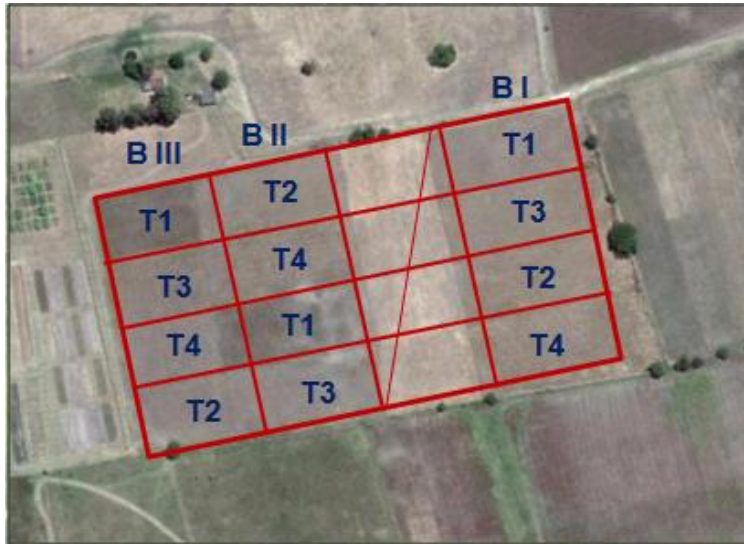


Figura No. 1: Croquis de la distribución de los bloques y tratamientos del experimento.

3.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Las variables estudiadas se basan en la medición de la implantación de las especies sembradas, producción de forraje de las diferentes mezclas y la composición botánica. Así como también la evolución de los pesos animales, determinando de esta manera la ganancia total que tuvieron en el periodo y su ganancia diaria en los diferentes tratamientos.

3.2.1 Variables determinadas

-Porcentaje de germinación

Se prepararon tres germinadores para cada especie a sembrar, con 50 semillas cada uno a una temperatura de 20°C, y se cuantificó para cada germinador las semillas germinadas a los 7, 14 y 21 días.

-Porcentaje de implantación

Se determinó el porcentaje de implantación a los 100 días postsiembra. El mismo consistió en contar el número de plantas por especie utilizando rectángulos de 0,2*0,5 m, se tomaron 6 medidas por tratamiento a través de un muestreo al azar. Teniendo conocimiento previo de la densidad de siembra,

peso de mil semillas y porcentaje de germinación, se procedió a calcular el porcentaje de implantación.

-Relación parte aérea/raíz

A los 170 días pos siembra se determinó la relación parte aérea/raíz. La misma consistió en tomar 3 muestras de suelo por parcela de 0,008 m³ cada una, dejándolas reposar en agua durante 24 horas aproximadamente para que las plantas se desprendan de los agregados del suelo.

Luego de obtener las plantas de las diferentes muestras de suelo se separaron las malezas, se pesó por separado en fresco y en seco las raíces y la parte aérea de las gramíneas y de las leguminosas. Para obtener el peso seco se colocaron en una estufa a 60°C durante 48 horas.

-Disponibilidad y remanente de forraje

Se midió la disponibilidad de forraje antes del pastoreo y el remanente luego del mismo en cada parcela de cada bloque, y se obtuvo la materia seca desaparecida y el crecimiento entre dos pastoreos sucesivos.

El método de medición empleado para la determinación de la disponibilidad y el remanente fue el doble muestreo Haydock y Shaw (1975).

Se realizó mediante escala de 5 puntos y la altura en cm de cada uno de ellos relacionándolos con la cantidad de forraje, para ello se cortó el rectángulo utilizado como escala y dos repeticiones de cada uno de los mismos. Se utilizó un rectángulo de 50 por 20 cm dentro de los cuales se midió la altura en forma diagonal, tomando el punto más alto de la pastura que toca la regla. Luego se realizó el corte de cada punto para obtener la materia seca, y a partir de esa medida se realizó la regresión, eligiéndose la ecuación a utilizar (escala o altura) aquella de mayor coeficiente de determinación (r^2). Para determinar la altura y escala promedio de cada parcela se realizó recorriendo el área en forma de zig-zag cada 20 pasos, repitiendo este procedimiento 25 veces; utilizándose la misma en la ecuación de regresión.

-Altura del forraje disponible y del remanente

La altura del forraje disponible hace referencia a la altura promedio en cm del forraje en la parcela antes del ingreso de los animales, la altura del forraje remanente hace referencia a la altura promedio en cm del forraje en la parcela una vez culminado el pastoreo, determinada de la forma explicada en el ítem anterior.

-Forraje desaparecido

Se define como la cantidad de materia seca desaparecida durante el pastoreo. Se calculó como la diferencia de los kg de materia seca disponible y remanente.

-Porcentaje de utilización

Es la cantidad de materia seca desaparecida en relación a la que había disponible. Se calculó como la relación entre la materia seca desaparecida y el forraje disponible antes del pastoreo.

-Crecimiento en altura

Se define como la altura promedio en cm de la pastura en la parcela durante el período entre pastoreos. Se calculó como la diferencia entre la altura promedio del disponible al momento del ingreso de los animales y la altura promedio del remanente del pastoreo anterior.

-Producción de forraje

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

-Tasa de crecimiento

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

-Composición botánica

Es la proporción (%) de cada fracción (gramíneas, leguminosas y malezas) en la mezcla forrajera. La composición botánica de la pastura se evaluó a través de la cobertura visual de las distintas fracciones que aportaban al forraje disponible. El porcentaje de cada fracción se determinó por apreciación visual. Los resultados se obtuvieron mediante el promedio de 25 observaciones.

-Peso de los animales

Se determinó mediante el uso de balanza eléctrica por la mañana con los animales en ayuno (8 horas previas a la pesada).

-Ganancia de peso diaria

Es la ganancia diaria por animal (kg/anima/día) promedio para todo el periodo de pastoreo. Esta se calculó dividiendo la producción de carne durante todo el periodo experimental (peso vivo final- peso vivo inicial) sobre la duración del periodo de pastoreo, expresado en número de días.

-Asignación de forraje

La asignación de forraje se calculó como el forraje ofrecido cada 100 kg de peso vivo.

-Producción de carne por hectárea

Son los kilogramos de carne producidos por hectárea durante todo el periodo de pastoreo. Para la situación experimental, se calculó mediante la ganancia total de peso en el periodo de pastoreo obtenido en cada tratamiento por separado y se lo dividió por la superficie de cada tratamiento. De esta forma se obtuvo la producción por hectárea de cada tratamiento

3.3 HIPÓTESIS

3.3.1 Hipótesis biológica

Ho: Las variables estudiadas son iguales para todas las mezclas.

Ha: Existe alguna diferencia entre las mezclas para al menos una de las variables.

3.3.2 Hipótesis estadística

Ho: $T1 = T2 = T3 = T4$

Ha: Existe al menos un T_i diferente

3.4 ANALISIS ESTADISTICO

La información fue procesada en el programa estadístico Infostat. Las variables medidas fueron analizadas por medio del análisis de varianza, y en el caso de encontrarse diferencias entre los tratamientos se realizó la prueba de LSD Fisher con una probabilidad del 10%.

3.4.1 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- i : 1; 2; 3; 4 tratamientos
- j : 1; 2; 3 repeticiones
- Y_{ij} : es el valor del i -ésimo tratamiento, en la j -ésima repetición
- μ : media poblacional
- α_i : efecto del tratamiento "relativo" a los demás tratamientos en el experimento (T1; T2; T3; T4)
- β_j : efecto bloque (B1; B2; B3)
- ε_{ij} : error experimental entre U.E.

El modelo presenta los siguientes supuestos:

- El modelo es correcto y aditivo.
- Los errores experimentales son variables aleatorias, con distribución normal, media cero, varianza poblacional y son independientes.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

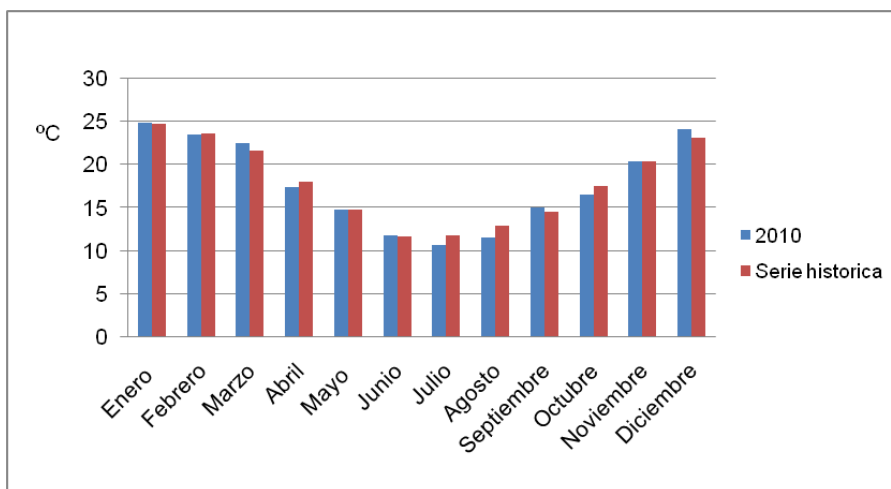
4.1 DATOS METEOROLOGICOS

En las siguientes figuras se presenta la comparación entre los registros de temperaturas y precipitaciones correspondientes al período comprendido entre enero y diciembre de la serie histórica entre 1961 y 1990 con los datos del experimento (2010).

4.1.1 Temperatura

Como se puede observar en la figura siguiente la tendencia en las temperaturas de 2010 es similar a la histórica.

Gráfico No. 1: Temperaturas medias

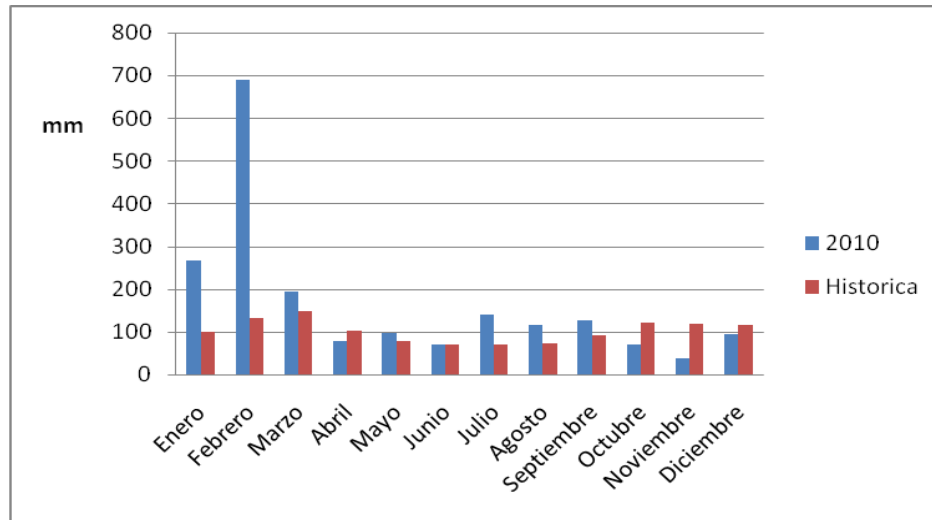


En mayo de 2010, mes en que se sembró la pradera la temperatura fue igual al promedio histórico, en el mes de junio fue prácticamente igual y en julio y agosto, meses de implantación de la pastura, la temperatura fue menor a la histórica en más de un grado. Estas temperaturas por debajo de los 15°C ocurridas durante los meses de mayo a setiembre no son ideales para el buen desarrollo de estas especies y por lo tanto para una buena implantación; ya que según Carámbula (2002a), las especies con metabolismo tipo C3 como *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* tienen buen desarrollo con temperaturas de 15 a 20°C.

4.1.2 Precipitaciones

En el caso de las precipitaciones existen algunas diferencias con respecto a la serie histórica (Gráfico No. 2).

Gráfico No. 2: Precipitaciones mensuales



En los tres primeros meses de 2010 las precipitaciones fueron mayores a la serie histórica, destacándose febrero en el que ocurrieron precipitaciones de 700 mm aproximadamente, unos 560 mm por encima del promedio histórico. Por lo contrario a partir del mes de octubre las precipitaciones estuvieron por debajo del promedio histórico. En este mes llovieron 70 mm, 50 mm por debajo del promedio histórico, en el mes de noviembre la situación empeora, llueven tan solo 40 mm, 80 mm por debajo del promedio histórico. En el mes de diciembre las precipitaciones aumentan un poco pero siguen estando por debajo del promedio histórico, llueven 94,5 mm en todo el mes, pero la primera lluvia más o menos importante ocurre en el día 12 con 27 mm. Esta situación de precipitaciones por debajo del promedio histórico durante los meses de octubre, noviembre y diciembre provocó un déficit hídrico desde mediados de primavera hasta el verano. El déficit para los meses de octubre y noviembre fue de 15 y 132 mm respectivamente (ver Anexo No. 24). Indudablemente las escasas precipitaciones durante parte del periodo experimental fue una clara limitante para la producción de las mezclas.

4.2 IMPLANTACION

4.2.1 Implantación según especie

A continuación se presenta el porcentaje de implantación obtenido por especie a los 100 días pos siembra (19/8/10).

Cuadro No. 3: Porcentaje de implantación según especie

Espece	%
Dactylis	16
Alfalfa	19
Festuca	23
Trébol blanco	29
Lotus	17
Paspalum notatum	0
Paspalum dilatatum	0,2

Como se puede observar en el cuadro anterior los porcentajes de implantación tanto de gramíneas como de leguminosas son bajos. Esto coincide con los datos aportados por Brito del Pino et al. (2008) en el que los porcentajes de implantación de gramíneas como leguminosas fueron inferiores al 40%. Para el caso de las gramíneas, estos autores (Brito del Pino et al., 2008) reportan una implantación del 32% y para las leguminosas un 25%. En el presente trabajo la implantación de gramíneas fue menor, pero en el caso de las leguminosas encontramos resultados dispares donde el trébol blanco obtuvo un resultado mayor (29%), y el lotus menor (17%). En este caso los porcentajes de implantación de ninguna especie ni siquiera alcanzan el 30%. Por otra parte, si se comparan estos datos con los aportados por Fariña y Saravia (2010) en los que las gramíneas presentan valores entre 45 y 59% también resultan ser menores. Para el caso de las leguminosas, más precisamente trébol blanco, estos autores reportan datos de 32 a 34% de implantación. En este trabajo el trébol blanco presenta un valor inferior pero similar, en cambio las otras leguminosas sembradas presentaron un valor de implantación menor.

Con respecto al trébol blanco, fue el que tuvo el mayor porcentaje de implantación, incluso superando a las gramíneas. Este dato no concuerda con lo dicho por Stanton (1984) donde la implantación de la leguminosa fue significativamente inferior a la de las gramíneas.

En el caso de los paspalum la implantación fue nula en el notatum y prácticamente cero en el dilatatum. La principal explicación de estos bajos porcentajes de implantación es la fecha de siembra, ya que fueron sembrados en forma tardía. En siembras tardías de otoño el exceso de humedad y las bajas temperaturas resultan serios inconvenientes para la germinación y el desarrollo de las plántulas de todas las especies. También hay que tener en cuenta que el porcentaje de germinación de los paspalum fueron bajos, 51% para *P. notatum* y 20% para *P. dilatatum*, este es otro factor que realmente condicionó la implantación de estas especies.

Las mezclas fueron sembradas el 10 de mayo, pero los paspalum se sembraron aún más tarde, el 1º de junio. Como se mencionó en la revisión, el paspalum admite siembras tanto en otoño como en primavera, siempre y cuando se realicen temprano (Carámbula, 2002a). Las siembras de otoño deberían ser en los meses de marzo o abril. En buenas condiciones las pequeñas plántulas adquieren vigor a los cuatro meses si no sufren competencia con otras especies. En este caso fueron sembrados en una mezcla, en una fecha de siembra no adecuada y a su vez 20 días más tarde que los otros componentes de la mezcla (festuca, trébol blanco y lotus), donde la competencia inicial es otro factor que perjudicó en gran forma la implantación de los paspalum.

4.2.2 Implantación por mezcla

Teniendo en cuenta que la implantación tanto del *P. notatum* como del *P. dilatatum* fue cero, el análisis estadístico se realizó como si fueran si fueran dos tratamientos; el tratamiento 1 correspondiente a la mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* y el tratamiento 2 correspondiente a la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Cabe aclarar que previo a esto se corrió el modelo estadístico a los cuatro tratamientos inicialmente mencionados y los resultados obtenidos para los tratamientos compuestos por festuca no tuvieron diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas. De esta forma a los tratamientos compuestos por festuca se los agrupó y se los analizó como un único tratamiento.

En el cuadro siguiente se muestran los valores de implantación obtenidos a los 100 días pos siembra para ambas mezclas.

Cuadro No. 4: Porcentaje de implantación según mezcla

TRATAMIENTO	% Implantación
1. Dactylis y Alfalfa	17
2. Festuca, Trébol blanco y Lotus	19

Como se observa en el cuadro ambas mezclas tuvieron un porcentaje de implantación bajo. Como se mencionó anteriormente la principal causa de esto fueron las condiciones climáticas adversas durante el periodo de implantación. Las mezclas fueron sembradas en forma tardía en el otoño donde no se dan las condiciones más favorables para una buena implantación. Si se comparan estos resultados con los obtenidos por Fariña y Saravia (2010) dónde para mezclas compuestas por dos gramíneas perennes y una leguminosa reportan entre 44 y 47% de implantación, resultan ser mucho más bajos. Sucede lo mismo si se observan los datos obtenidos por Brito del Pino et al. (2008), Gómez de Freitas y Klassen (2011) donde para la mezcla de gramíneas perennes con leguminosas presentan una implantación de 28% y 38% respectivamente. Si bien en ambos experimentos las fechas de siembra fueron similares o más tarde que la evaluada las condiciones climáticas posteriores a la siembra fueron de mayor temperatura y balance hídrico. Por otro lado al incluir en este experimento los porcentajes de ambas especies del género *paspalum* determinaron que el valor promedio de la mezcla baje en gran medida.

4.2.3 Relación parte aérea/raíz

En el siguiente cuadro se puede observar los valores de la relación parte aérea/raíz de ambos tratamientos, los cuales no presentaron diferencias significativas.

Cuadro No. 5: Relación parte aérea/raíz

TRATAMIENTO	Rel P.A/R
1. Dactylis y Alfalfa	1,71
2. Festuca, Trébol blanco y Lotus	1,62

Esto se debe a que las especies que constituyen cada tratamiento, a pesar de que sean diferentes, estas diferencias no llegan a ser significativas durante el primer año de vida, lo cual puede estar explicado por la presencia de

sólo especies perennes en la mezcla. Estos datos son inferiores a los propuestos por Gomes de Freitas y Klassen (2011), donde reportan una relación de 2,17 y 2,54 para las mezclas de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*; *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* respectivamente. Se debe tener en cuenta que en este experimento la relación se calculó sobre el disponible de una pastura pastoreada 25 días antes, en esta situación el componente raíz pudo haber tomado una mayor relevancia ya que tras el pastoreo se ha reducido la parte aérea lo que podría explicar estos valores.

4.3 PRODUCCION FORRAJE

4.3.1 Forraje disponible

En el cuadro siguiente se muestran los valores de materia seca disponible promedio para los dos tratamientos.

Cuadro No. 6: Materia seca disponible promedio para los dos tratamientos

TRATAMIENTO	Kg MS/ha
2. Festuca, Trébol blanco y Lotus	2726 A
1. Dactylis y Alfalfa	1681 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$)

El tratamiento 2 presentó mayor forraje disponible que el tratamiento 1. Esto se puede explicar debido a que el tratamiento 2 está compuesto por dos especies con ciclo de producción invernal (festuca y trébol blanco), las cuales presentan un mayor crecimiento durante el invierno aportando mayor cantidad de MS a la mezcla, mientras que el tratamiento 1 está compuesto solo por una especie con ciclo de producción invernal, el dactylis, que a su vez presenta peor comportamiento en siembras tardías (Stanton 1984, Gomes de Freitas y Klassen 2011), se debe tener en cuenta que el valor mencionado por estos autores está referido al disponible inicial y no al promedio del experimento.

Los disponibles presentados en este experimento son adecuados para el caso del tratamiento 1 y excedidos para el caso del tratamiento 2, según lo indicado por Zanoniani et al. (2006) que propone un disponible de 1500 a 2000 kg MS/ha como adecuado para el ingreso de los animales a la pastura.

Fariña y Saravia (2010) reportan datos donde la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* logra una disponibilidad de 1654 kg MS/ha y la mezcla de *Lolium perenne*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* una disponibilidad de materia seca de 1448 kg/ha. Los resultados de disponibilidad obtenidos por Agustoni et al. (2008) en una pradera de segundo año de vida de raigras, trébol blanco y lotus con asignación de forraje de 4,5% son de 1465 kg MS/ha. Foglino y Fernández (2009) presentan una disponibilidad de 1700 kg MS/ha para una mezcla de primer año de *Agropyron elongatum*, *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. López et al. (2012) reportan valores cercanos a 2200 kg MS/ha sin diferencias estadísticas entre mezclas iguales a las evaluadas en este experimento. Si comparamos estos datos con los del presente trabajo se observa que la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus presenta un disponible mayor, mientras que la mezcla de alfalfa con dactylis presenta comportamiento menor al reportado por López et al. (2012), lo que podría explicarse por las mejores condiciones climáticas postsiembra de estos autores y por lo tanto mayor recuperación tanto del dactylis como de la alfalfa.

4.3.2 Forraje remanente

Como se observa en el cuadro siguiente existen diferencias significativas en el forraje remanente.

Cuadro No. 7: Materia seca del remanente para los dos tratamientos

TRATAMIENTO	Kg MS/ha
2. Festuca, Trébol blanco y Lotus	1353 A
1. Dactylis y Alfalfa	791 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$)

El tratamiento compuesto por festuca, trébol blanco y lotus presenta mayor forraje remanente que dactylis y alfalfa, esto es esperable ya que el tratamiento 2 es el que presentaba mayor forraje disponible y ambos tratamientos presentaron la misma dotación, con el mismo tiempo de ocupación en la parcela y el mismo porcentaje de utilización.

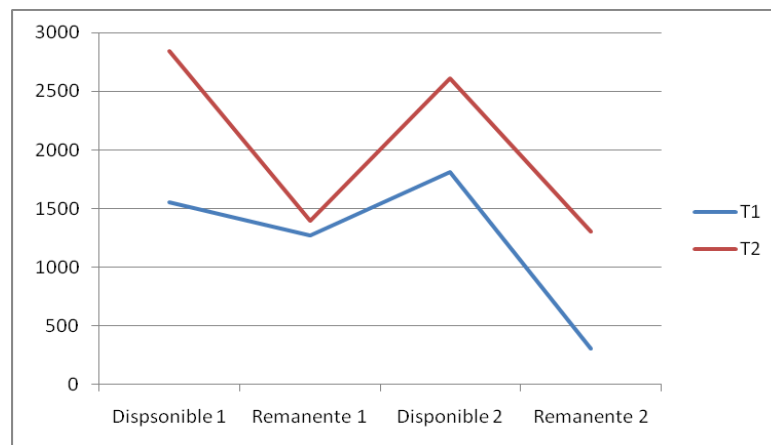
Fariña y Saravia (2010), reportan remanentes de 826 y 731 kg MS/ha para las mezclas de *Lolium perenne*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* y *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* respectivamente. En el trabajo realizado por Agustoni et al. (2008) el forraje remanente fue de

763 kg MS/ha para una asignación de forraje de 4,5 %. En el presente trabajo el tratamiento 1, compuesto por dactylis y alfalfa presenta un valor similar a los presentados en los trabajos antes mencionados, sin embargo el tratamiento 2 compuesto por festuca, trébol blanco y lotus presenta un valor superior. Foglino y Fernandez (2009), reportan valores entre 590 y 650 kg MS/ha para una mezcla compuesta por dos gramíneas perennes y dos leguminosas, estos datos son inferiores a los presentados en el actual trabajo.

4.3.3 Evolución de la materia seca presente pre y post pastoreo

La gráfica siguiente muestra la evolución de la materia seca en ambos tratamientos.

Gráfico No. 3: Evolución de la materia seca para ambos tratamientos



El tratamiento 2 (festuca, trébol blanco, lotus) en los cuatro momentos estuvo por encima del tratamiento 1 (dactylis, alfalfa), manteniendo siempre una oferta de forraje mayor. Se aprecia claramente que el tratamiento 2 luego del primer pastoreo tiene una recuperación mucho mayor que el tratamiento 1, dada por una mayor tasa de crecimiento como se aprecia en el cuadro No. 12.

El primer pastoreo fue realizado desde el 10 de setiembre hasta el 20 de octubre, fecha que comenzó el segundo pastoreo hasta el 30 de noviembre. Las condiciones climáticas estresantes se empiezan a dar en el mes de octubre donde las precipitaciones comienzan a estar por debajo del promedio histórico hasta el mes de diciembre. La tasa de crecimiento durante los meses de invierno fue mayor en el tratamiento 2, dado por la presencia de dos componentes invernales en la mezcla, lo que se ve reflejado en la mayor cantidad de materia seca disponible en el primer pastoreo. En el segundo

pastoreo donde ya se empiezan a notar las condiciones estresantes por déficit hídrico el tratamiento 2 fue el que presentó una mejor recuperación.

En condiciones de déficit hídrico debería tener una mayor tasa de crecimiento el tratamiento 1 compuesto por alfalfa y dactylis, (dado principalmente por la alfalfa), ya que esta posee una raíz pivotante que se orienta perpendicularmente pudiendo penetrar en el suelo hasta 8 o 10 m de profundidad, lo que le permite llegar al agua de las capas profundas (Carámbula, 2002a). Pero al ser el primer año de vida y haberse sembrado tardíamente podría no haber posibilitado un desarrollo radicular tan pronunciado que le permita expresar su mayor potencial de crecimiento en condiciones de stress hídrico. En siembras tardías de otoño el frío enlentece los procesos de crecimiento, reduciéndose particularmente la velocidad de nodulación (Rebuffo, 2001). Aunque se debe tener en cuenta que el stress no fue tan severo como para disminuir la productividad del resto de las especies, dado que las temperaturas se encuentran dentro del rango para el crecimiento óptimo de las especies C3 y en octubre son inferiores al promedio histórico. Además las precipitaciones de setiembre fueron superiores al promedio histórico.

En el caso de la mezcla dactylis y alfalfa la menor tasa de crecimiento luego del pastoreo está influenciada por una menor área foliar remanente, por lo que la pastura en este caso es más dependiente de las reservas acumuladas, las cuales están disminuidas por la fecha de siembra con condiciones limitantes, por ser una pastura de primer año y por una mayor frecuencia de pastoreo que la recomendada, determinando una menor producción aérea y radicular, pérdida de plantas y probablemente menor sobrevivencia estival. Ver anexo nº 25 donde se muestra el tratamiento 1 al final del período experimental.

“En casos donde el remanente luego del corte es bajo (bajas asignaciones), el rebrote depende principalmente de las reservas de carbohidratos, de manera que la producción de materia seca se ve limitada” (Almada et al., 2007).

Existen evidencias que el rebrote después del pastoreo depende de la movilización de productos del metabolismo desde las partes remanentes de la planta. La misma ocurre desde el sistema radicular, el tallo, la vaina foliar y las bases de las hojas. Como consecuencia las plantas pastoreadas sin haber atravesado un período de descanso suficientemente largo como para recuperar reservas utilizadas, tendrán un rebrote más lento y por consiguiente un rendimiento menor (Langer, 1981).

“Las reservas de carbohidratos resultan ser determinantes de la resistencia a las temperaturas frías del invierno y a las temperaturas altas al

avanzar la primavera hacia el verano. De ello se deduce que cualquier manejo de pastoreo inicial de las plántulas que promueva bajas cantidades de reservas de carbohidratos solubles, conducirá a poblaciones ralas y débiles” (Carámbula, 2004).

4.3.4 Forraje desaparecido

Existen diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento 2 el que presenta mayor cantidad de forraje desaparecido.

Cuadro No. 8: Forraje desaparecido en ambos tratamientos

TRATAMIENTO	Kg MS/ha
2. Festuca, T. blanco, Lotus	2747 A
1. Dactylis, Alfalfa	1781 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$)

La cantidad de forraje desaparecido se relacionó más con la tasa de crecimiento posterior al pastoreo que con una mayor utilización de la pastura, dado que como se verá en el ítem siguiente el valor de utilización fue similar. Las causas de este comportamiento ya fueron explicadas y se relacionan con un mejor comportamiento de la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus en fechas tardías (condiciones climáticas adversas) y manejo del pastoreo.

El mayor disponible inicial en la mezcla de festuca es consecuencia de la tasa crecimiento por mejor comportamiento en fecha de siembra tardía. En el segundo pastoreo el disponible es consecuencia del forraje remanente anterior y de la tasa de crecimiento. Ambos factores fueron mayores en festuca en las condiciones estresantes que se dieron en el experimento.

4.3.5 Porcentaje de utilización

En cuanto al porcentaje de utilización no hubo diferencias significativas entre tratamientos, la cual fue del orden del 50%.

Cuadro No. 9: Porcentaje de utilización

TRATAMIENTO	%
1. Dactylis, Alfalfa	50
2. Festuca, T. blanco, Lotus	50

Los porcentajes de utilización presentados coinciden con los reportados por Fariña y Saravia (2010), donde también obtuvieron un 50% de utilización para las mezclas de *Lolium perenne*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens*, y *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens*.

Estos valores son similares con los obtenidos por Agustoni et al. (2008) donde para asignaciones de forraje entre 4% P.V. y 5% P.V. la utilización es del 55% aproximadamente. También coinciden con los obtenidos por Almada et al. (2007) en donde trabajando a las mismas asignaciones que obtuvieron alrededor del 55% de utilización.

Si se considera que la asignación de forraje del tratamiento de festuca trébol blanco y lotus fue superior al de dactylis y alfalfa era esperable que el porcentaje de utilización de la primer mezcla fuera menor (Escuder, citado por Cangiano, 1996). Este comportamiento podría estar explicado porque la altura de vainas ofrece una mayor resistencia a la tracción (resistencia del arrancado) del animal (Jamieson y Hodgson, 1979) y también debido a que el manejo del pastoreo respetó una altura de salida de 5 cm que fue alcanzada antes en dactylis y alfalfa que en la mezcla de festuca.

4.3.6 Altura del disponible, del remanente y altura utilizada

Tanto la altura del disponible, la altura del remanente como la altura utilizada fue significativamente mayor en el tratamiento 2, como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 10: Altura del disponible, altura del remanente y altura utilizada

TRATAMIENTO	Altura disp. (cm)	Altura rem. (cm)	Altura utiliz. (cm)
2. Festuca, T. blanco, Lotus	15 A	7 A	8 A
1. Dactylis, Alfalfa	10 B	5 B	5 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p <= 0,1$)

El tratamiento 2 tuvo un mayor crecimiento en el todo el período, lo que determinó mayor altura de ingreso y si bien la altura de remanente también fue superior la altura utilizada fue mayor, relacionándose este último parámetro con las consideraciones expresadas en el ítem anterior. Sumado a esto la festuca y trébol blanco poseen ciclos de producción invernal, lo que les da una mayor tasa de crecimiento durante los meses de invierno y les permitió lograr una mayor altura de forraje.

La altura del forraje disponible del tratamiento 2 coincide con la altura presentada por Farinha y Saravia (2010) que para un mezcla de *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* reportan una altura disponible de 15,6 cm.

Fogolino y Fernández (2009) reportan una altura de disponible para una mezcla de *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Agropyro elongatum* y *Lotus corniculatus* entre 9 y 10 cm, valores por debajo del tratamiento 2, pero coincidente con la altura de disponible del tratamiento 1.

Según Zanoniani et al. (2006), la altura de ingreso apropiado para este tipo de mezcla es 15-20 cm. En este trabajo el tratamiento 2 tuvo una altura de ingreso adecuada, pero el tratamiento 1 tuvo una altura de ingreso inferior a la recomendada, ya que en el caso de la alfalfa después de un pastoreo el nivel de reservas de la raíz disminuye hasta un valor mínimo, que es cuando la planta alcanza un rebrote de 15 a 20 cm de altura. En esta fase nunca debería pastorearse, ya que de hacerlo se debilitaría drásticamente el alfalfar (Formoso, citado por Gomes de Freitas y Klassen, 2011).

Con respecto a la altura del forraje remanente, el tratamiento 2 (7 cm) también posee estadísticamente una altura superior al tratamiento 1 (5 cm). La altura de remanente manejada en el presente trabajo, teniendo en cuenta el tipo de mezcla, coincide con los valores mencionados por Zanoniani et al. (2006), los cuales proponen una intensidad de pastoreo entre 5-7,5 cm.

Los datos presentados por Fariña y Saravia (2010) para una mezcla de *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* son 7,7 cm, muy similar al obtenido en el tratamiento 2 del presente trabajo.

Los datos reportados por Fogolino y Fernández (2009) para una mezcla de *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Agropyro elongatum* y *Lotus corniculatus* son de una altura de remanente de entre 4,5 y 4,9 cm. Estos datos son similares a los obtenidos en el tratamiento 1 (dactylis y alfalfa), pero inferiores si los comparamos al tratamiento 2 (festuca, trébol blanco y lotus) que tuvo una altura de remanente de 7 cm. En el caso de Almada et al. (2007), reportan

datos de remanente de 8,1 cm para una mezcla de *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus*, y *Trifolium repens* con una asignación de forraje de 4,5%, esta altura de remanente es superior a ambos tratamientos presentados en este trabajo.

4.3.7 Producción de materia seca (MS)

El crecimiento de MS presenta diferencias significativas entre tratamientos siendo el número 2 el que presenta mayor crecimiento.

Cuadro No. 11: Producción de materia seca según tratamiento

TRATAMIENTO	kg MS/ha
2. Festuca, T. blanco, Lotus	5120 A
1. Dactylis, Alfalfa	2574 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$)

Esto se debe a que el tratamiento 2 presenta en su mezcla dos especies con ciclo de producción invernal, que son Festuca y Trébol blanco, las cuales presentan mayor crecimiento durante el período invernal dado que la cantidad de biomasa correspondiente hasta el primer pastoreo corresponde al período invernal. Esta menor producción de dactylis y alfalfa no coincide con el mayor vigor inicial que presentan ambas especies reportada por Blaser et al. (1956) y por lo observado por Gomes de Freitas y Klassen (2011). Este comportamiento diferencial se debió a que las condiciones climáticas postsiembra provocó mayor perjuicio sobre estas especies como ya fue mencionado en ítems anteriores. Además al ser las condiciones de primavera tardía poco adecuadas para el crecimiento (stress hídrico), estas especies con mayor crecimiento primaveral (fundamentalmente alfalfa) no pudieron expresar su potencial productivo.

La mayor producción de la mezcla compuesta por festuca, trébol blanco y lotus en comparación con dactylis y alfalfa bajo condiciones climáticas limitantes post siembra coincide con lo expresado por Gomes de Freitas y Klassen (2011). En cambio para siembras más tempranas, de mayo, estos autores reportan una mayor producción de la mezcla de dactylis y alfalfa evidenciando un mayor perjuicio sobre estas especies cuando se atrasa la fecha de siembra, como ya fue mencionado anteriormente. Tampoco coinciden las producciones de esta mezcla con los obtenidos por López et al. (2012), 5300 kg MS/ha frente a 2570 kg MS/ha, dado que en dicho trabajo las

condiciones climáticas primaverales permitieron un desarrollo importante de alfalfa que llegó a representar el 65 % de la mezcla, mientras que para este trabajo representó tan sólo el 23 %.

Según datos mencionados por Leborgne (1995) la producción de forraje de primer año de una pastura compuesta por *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y gramínea perenne es de 4,5 tt MS/ha, en este caso el tratamiento 2 presenta una producción que supera ese valor.

4.3.8 Tasa de crecimiento

En el siguiente cuadro se puede observar la tasa de crecimiento promedio y la tasa de crecimiento para cada período de pastoreo de ambos tratamientos.

Cuadro No. 12: Tasa de crecimiento según pastoreo y tratamiento

TRATAMIENTO	Tasa de crec. Kg MS/ha/día		
	1 er past	2 do past	Promedio
2. Festuca, T. blanco, Lotus	27	53	40 A
1. Dactylis, Alfalfa	15	22	18 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$)

El primer pastoreo fue realizado desde el 10 de setiembre hasta el 20 de octubre, fecha en la cual comenzó el segundo pastoreo hasta el 30 de noviembre.

Según datos aportados por Leborgne (1995) la tasa de crecimiento para una pastura de primer año compuesta por *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y una gramínea perenne es para el mes de setiembre de 35,7 kg MS/ha/día y para octubre de 36,5 kg MS/ha/día. Si se observa la tasa de crecimiento que tuvo el tratamiento 2 en el primer pastoreo, que fue realizado en los meses de setiembre y octubre, resultan ser inferiores a los presentados por Leborgne (1995). En cambio en el segundo pastoreo la tasa de crecimiento prácticamente se duplica y se obtiene una tasa de crecimiento promedio en el período experimental de 40 kg MS/ha/día. Esta tasa de crecimiento, es igual a la obtenida por Fariña y Saravia (2010) para una mezcla de *Trifolium repens*, una gramínea perenne invernal y una gramínea perenne estival. Por otra parte los mismos autores presentan para una mezcla de *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* un tasa de crecimiento de 36 kg MS/ha/día. El

tratamiento 2 presentado en este trabajo, posee una mezcla similar, con dos componentes en común, en la cual la tasa de crecimiento fue similar pero un poco superior. Es lógico que las tasas de crecimiento de estos trabajos sean similares ya que como ya se mencionó las mezclas comparadas presentaban 2 especies en común. Por otro lado datos obtenidos por Moliterno (2002) para una mezcla compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* la tasa de crecimiento en el mes de octubre fue de 9,7 kg MS/ha/día y en noviembre entre 14 y 17 kg MS/ha/día, valores muy por debajo de los mencionados anteriormente.

En el caso del tratamiento 1, presenta una tasa de crecimiento durante el período experimental de 18 kg MS/ha/día, muy inferior a los aportados por los otros autores. En este caso la mezcla estaba compuesta por solo dos especies perennes, una invernal y otra estival, que como se mencionó anteriormente fueron más afectadas por las condiciones climáticas adversas de la siembra tardía. López et al. (2012) reportan una tasa de crecimiento para la misma mezcla de 46 kg MS/ha/día y de 30 kg MS/ha/día para diferentes fechas de siembra. En ambos casos la tasa de crecimiento fue superior a la presentada en este experimento.

4.3.9 Crecimiento en altura

El crecimiento en altura también es significativamente mayor en el tratamiento 2, lo que concuerda ya que es el que presenta mayor altura del disponible como del remanente.

Cuadro No. 13: Crecimiento en altura

TRATAMIENTO	cm
2. Festuca, Trébol blanco y Lotus	15 A
1. Dactylis y Alfalfa	10 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$)

Como fue mencionado anteriormente el tratamiento 2 presenta en su mezcla especies con hábito de crecimiento cespitoso como son la festuca y erecto como lotus, lo que le permite a este tratamiento un crecimiento en altura superior al tratamiento 1. Estos resultados no se corresponden dado que el hábito de crecimiento de alfalfa y dactylis es más erecto y cespitoso que las especies componentes del tratamiento 2. Esto puede estar explicado por la mayor tasa de crecimiento del tratamiento 2 en el cual tanto trébol blanco como

festuca fueron mayores, como también por un mayor porcentaje de suelo desnudo en el tratamiento 1 lo que baja la altura promedio del tratamiento. A continuación se presenta el porcentaje de suelo desnudo en cada tratamiento.

Cuadro No. 14: Porcentaje de suelo desnudo en ambos tratamientos

TRATAMIENTO	% de suelo desnudo	
	1º pastoreo	2º pastoreo
1. Dactylis y Alfalfa	25	43
2. Festuca, T. Blanco y Lotus	17	23

Como se muestra en el cuadro, el porcentaje de suelo desnudo es mayor en el tratamiento 1, tanto en el primer como en el segundo pastoreo, donde se aprecia más la diferencia. Estas diferencias se pueden deber a que el tratamiento dos tiene la presencia en su mezcla de *Trifolium repens*, el cual presenta hábito de crecimiento estolonífero lo que le permite una mayor colonización de los espacios libres.

Este parámetro refleja la condición de la pastura, dado que aquella que fue pastoreada con menor disponible y remanente como consecuencia de una menor oferta de forraje determinó peores condiciones de rebrote bajo condiciones climáticas adversas provocando mayor pérdida de plantas lo cual es coincidente con Thom et al., citados por Donaghy y Fulkerson (1998), Almada et al. (2007).

4.4 COMPOSICION BOTANICA

4.4.1 Composición botánica del forraje en porcentaje

Con respecto a la composición botánica del disponible se observan diferencias significativas entre tratamientos, tanto en la fracción gramínea como en las leguminosas, no así en las malezas.

Cuadro No. 15: Composición botánica del disponible en porcentaje

TRATAMIENTO	% Gram	% Leg	% Mz
1. Dactylis y Alfalfa	59 A	23 B	18 A
2. Festuca, Trébol blanco y Lotus	32 B	48 A	20 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$)

El tratamiento 1, porcentualmente presenta mayor cantidad de gramíneas disponibles que el tratamiento 2. Esto se debe a que en el tratamiento 1 predomina la fracción gramínea (dactylis) porque presenta mayor crecimiento dado que es invernal; mientras que la leguminosa que compone la mezcla es estival, la cual no pudo manifestar su capacidad de crecimiento en la primavera tardía por como ya fue explicado por las condiciones ambientales adversas y por la fecha de finalización del período experimental.

En cuanto a la fracción leguminosa, esta es significativamente mayor en el tratamiento 2. Se puede explicar ya que este tratamiento está compuesto por la mezcla de dos leguminosas (trébol blanco y lotus) y una gramínea (festuca), por lo que es esperable que sea mayor el porcentaje de leguminosas que el de gramíneas. Por otro lado, el trébol blanco presentó la más alta implantación y posee una mayor capacidad de crecimiento en condiciones invernales, dado por su menor IAF óptimo, y además un hábito de crecimiento estolonífero que coloniza rápidamente el suelo, lo que se ve reflejado en un mayor porcentaje de leguminosas en el tratamiento 2.

En el caso del remanente también existen diferencias significativas entre tratamientos en la fracción gramínea y en la fracción leguminosa, no así en las malezas.

Cuadro No. 16: Composición botánica del remanente en porcentaje

TRATAMIENTO	% Gram	% Leg	% Mz
1. Dactylis y Alfalfa	62 A	27 B	11 A
2. Festuca, Trébol blanco, Lotus	50 B	35 A	15 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$)

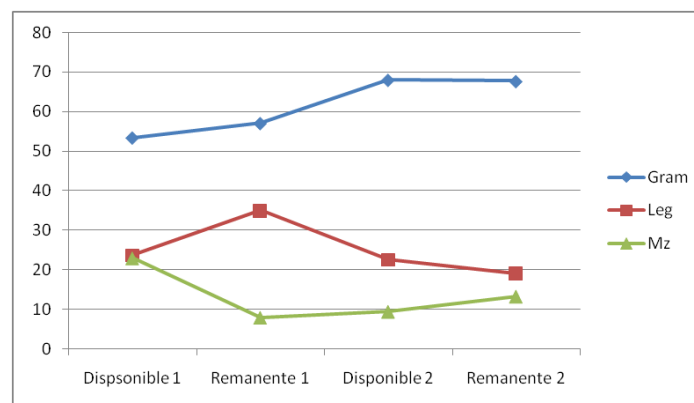
El tratamiento 1 presenta mayor cantidad de gramíneas, mientras que el tratamiento 2 presenta mayor cantidad de leguminosas lo que es coincidente con lo presentado en el disponible.

Por otro lado si comparamos la variación porcentual entre disponible y remanente se observa que en el tratamiento 2 aumenta la fracción gramínea (de 32 a 50%) y disminuye el porcentaje de leguminosas (de 48 a 35%). Esto indica claramente que los animales seleccionaron la fracción leguminosa frente a las gramíneas para su consumo. Esto se puede explicar por la calidad de cada fracción, siendo más apetecibles las leguminosas, lo que provoca un mayor consumo de éstas respecto a las gramíneas explicando estos resultados. Con respecto a la fracción malezas no existen diferencias significativas entre tratamientos. En esta fracción también se observa una disminución respecto al disponible lo que indica que hubo consumo por parte de los animales, demostrando que a pesar de ser malezas y ejercer efectos negativos sobre las praderas también realizan un aporte a la dieta de los animales. Las más frecuentes eran *Ammi sp.*, crucíferas (rábanos) y *Cerastium glomeratum*, las dos primeras son utilizadas comercialmente como alternativas forrajeras. Según Garrett, citado por Ayala et al. (2007) los nabos forrajeros constituyen un alimento de excelente calidad para los rumiantes, con alta digestibilidad (mayor a 85%), alta concentración de energía metabolizable (2,75-3,22 MCal/kg MS), bajos niveles de FDN (menor a 18%) y valores moderados de proteína cruda (PC: 12 a 20%).

4.4.2 Evolución de la composición botánica en porcentaje a lo largo del pastoreo

En la siguiente gráfica se puede observar la evolución de la composición botánica del tratamiento compuesto por dactylis y alfalfa a lo largo del experimento.

Gráfico No. 4: Evolución de la composición botánica del tratamiento 1 (%)

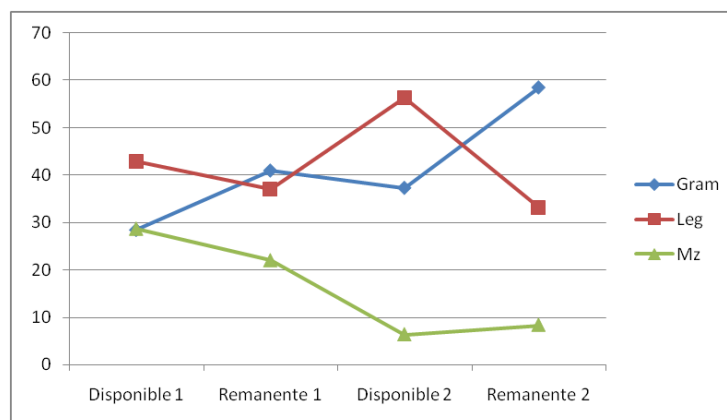


Se observa que el mayor aporte de forraje lo realiza la gramínea, siempre manteniéndose en mayor porcentaje que la leguminosa a lo largo de los dos pastoreos. Esto no coincide con Formoso (2000a) que reporta en mezclas de alfalfa con gramíneas perennes, como la mezcla dactylis-alfalfa del experimento, en general los aportes al rendimiento total de la asociación de la gramínea perenne son bajos durante los primeros dos a tres años, razón por la cual, las producciones de forraje de la mezcla son explicadas mayoritariamente por la alfalfa. Luego al incrementarse el nivel de nitrógeno del suelo proveniente de la alfalfa, las gramíneas comienzan a ocupar espacios vacíos (Formoso, 2000a). Estas diferencias se explican por evaluarse en nuestro experimento el primer año de vida, la fecha de siembra tardía y por las condiciones climáticas que se dieron durante el experimento. Cabe destacar que éste autor realiza la siembra en fechas tempranas y en siembra directa lo que permitiría un mejor crecimiento por menos competencia. Por otro lado Formoso (2000a) realiza la evaluación del año entero mientras que en este trabajo se analizan siete meses.

En el caso de la alfalfa se aprecia una caída en el porcentaje a partir del remanente 1 y a lo largo del segundo pastoreo. Esto puede estar dado por la pérdida de plantas como consecuencia de la interacción del manejo del pastoreo, la asignación de forraje y las condiciones climáticas, ya que como menciona Carámbula (2004) cuando los pastoreos son demasiado seguidos, las plantas pequeñas no logran acumular reservas en sus órganos subterráneos y cuando llegan las épocas de insuficiente humedad en el suelo muchas de ellas morirán rápidamente.

En la siguiente gráfica se puede observar la evolución de la composición botánica del tratamiento compuesto por festuca, trébol blanco y lotus a lo largo del experimento.

Gráfico No. 5: Evolución de la composición botánica del tratamiento 2 (%)



En la gráfica se observa la disminución de las leguminosas en cada pastoreo, debido al mayor consumo de esta fracción por parte de los animales, como ya fue mencionado anteriormente. En el segundo pastoreo la disminución es más acentuada porque además del consumo se encuentra al final de la primavera con un marcado stress hídrico. Por otro lado la tendencia de las gramíneas es opuesta a la de la fracción leguminosa, porcentualmente las gramíneas aumentan a lo largo del pastoreo, esto no quiere decir que no se consuman, sino que se consumen en menor proporción que las leguminosas.

En el período de descanso se observa un aumento de las leguminosas y una disminución de las gramíneas, esto se da porque existe un mayor crecimiento de las leguminosas respecto a la fracción gramínea hasta el segundo disponible.

La fracción malezas disminuye a lo largo del experimento, lo que puede estar dado por una buena competencia por luz y espacio por parte de la mezcla, consumo por parte de los animales y finalización del ciclo al ser mayoritariamente invernales. Santiñaque (1979) menciona que la inclusión de especies estivales contribuye a reducir el ingreso de malezas estivales en momentos en que las especies invernales están presentes en baja proporción. Se debe tener en cuenta que una pastura mezcla integrada por especies gramíneas y leguminosas no sólo debe tener como objetivos producir altos rendimientos de materia seca distribuidos uniformemente durante el año con un elevado valor nutritivo durante varios años; sino que también permite tener los menores riesgos de enmalezamiento, la cual es una variable importante que pone en riesgo la durabilidad de la pastura (Santiñaque y Carámbula, 1981). Por otra parte Carámbula (2002a) menciona como característica de las gramíneas en la mezcla que tienen baja vulnerabilidad a la invasión de malezas.

4.4.3 Composición botánica del forraje en materia seca (MS)

En el siguiente cuadro se puede ver que no existen diferencias significativas en lo que refiere a los kg de MS/ha de gramíneas, ni de malezas, pero si en los kg de MS/ha de leguminosas.

Cuadro No. 17: Composición botánica del forraje disponible en materia seca

TRATAMIENTO	Gr kg MS/ha	Leg kg MS/ha	Mz kg MS/ha
1. Dactylis y Alfalfa	987 A	374 B	281 A
2. Festuca, Trébol blanco y Lotus	835 A	1258 A	557 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$)

El tratamiento 2 es el que presenta mayor cantidad de leguminosas, el cual está formado en su mezcla por 2 leguminosas y una gramínea, mientras que el tratamiento 1 solo presenta una leguminosa en su mezcla. Por otra parte, dentro del tratamiento 2 el trébol blanco posee una mayor capacidad de crecimiento durante el invierno que la festuca debido a que posee un menor IAF óptimo, por lo que es esperable que en este tratamiento haya una mayor proporción de leguminosas. Dentro del tratamiento 1, la alfalfa presenta un menor crecimiento frente al dactylis durante el invierno y primavera temprana, lo que se refleja en un menor aporte de MS de la alfalfa a la mezcla.

Cuadro No. 18: Composición botánica del forraje remanente en materia seca

TRATAMIENTO	Gr (kg MS/ha)	Leg (kg MS/ha)	Mz (kg Ms/ha)
1. Dactylis y Alfalfa	470 A	251 B	69 B
2. Festuca, Trébol blanco y Lotus	661 A	484 A	208 A

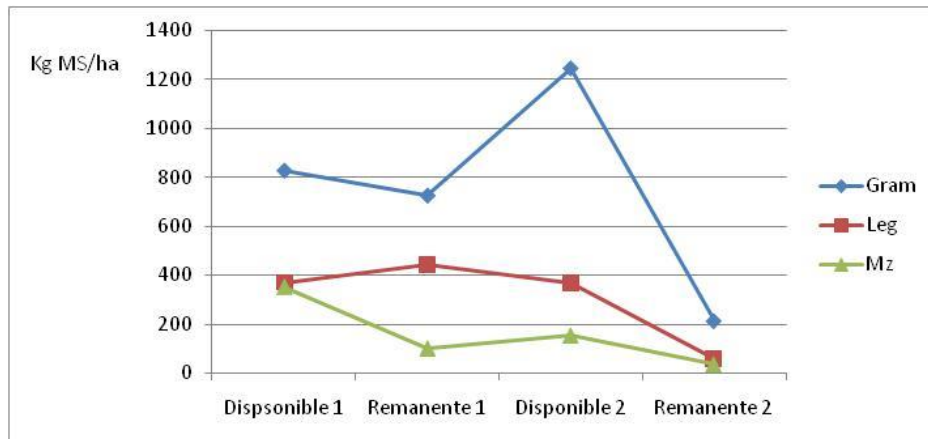
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$)

Dentro del forraje remanente, la fracción leguminosa y la fracción malezas son estadísticamente superiores en el tratamiento 2, mientras que la fracción gramínea no presenta diferencias significativas entre tratamientos. Con respecto a las leguminosas observamos en el tratamiento 2 un mayor remanente, esta fracción sigue la misma tendencia mostrada en el disponible donde ya se discutió que era superior.

En el caso de las malezas se encuentran en menor cantidad en el tratamiento 1, esto puede estar dado por disponer los animales de una menor cantidad de forraje disponible para su consumo, lo cual determina que integren a su dieta una mayor proporción de otras especies además de las sembradas.

La gráfica siguiente muestra la evolución de la composición botánica.

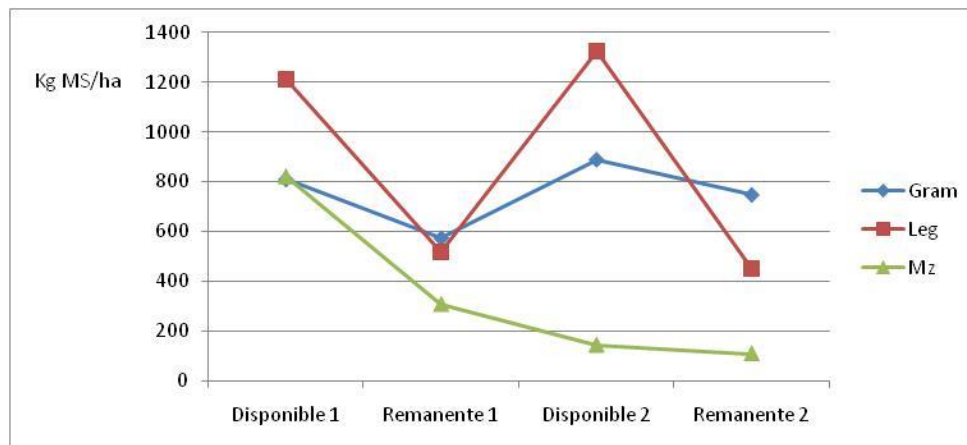
Gráfico No. 6: Evolución de la composición botánica a lo largo del pastoreo en materia seca. Tratamiento 1



Se observa que la mayor cantidad de forraje en este tratamiento es aportado por el dactylis, en tanto que la alfalfa lo aporta en menor cantidad, como ya se mencionó el dactylis presenta mayor crecimiento que la alfalfa durante el invierno y primavera temprana. En cambio la leguminosa es de ciclo de producción estival y no pudo expresar su potencial de producción debido a la fecha de siembra y a la fecha de terminación del período experimental. Por su parte la fracción malezas tiende a disminuir por la aplicación del herbicida y en mayor medida por el consumo animal ya que la caída es más marcada que en el tratamiento 2, dado que la asignación de forraje fue menor obligando a una mayor presión de pastoreo.

En la figura siguiente se puede ver la evolución de leguminosas, gramíneas y malezas a lo largo de los dos pastoreos.

Gráfico No. 7: Evolución de la composición botánica a lo largo del pastoreo en materia seca. Tratamiento 2



Es de destacar la mayor cantidad en biomasa de malezas en este tratamiento, sin embargo porcentualmente el valor numérico fue similar, lo que determinó que en ambos tratamientos sea necesario la utilización de herbicidas.

En este tratamiento el mayor aporte de forraje está dado por la fracción leguminosa, en este caso compuesta por trébol blanco y lotus, fundamentalmente el primero. En el disponible 1 el aporte de gramíneas y de malezas es prácticamente igual. Con respecto a las gramíneas, estas tienen una leve disminución durante el primer pastoreo, durante el segundo pastoreo se observa un mayor aporte que en el primero.

Por otra parte, el componente malezas muestra una disminución a lo largo de los pastoreos, presentando el nivel más alto en el disponible 1, siendo esta disminución explicada por la aplicación de herbicida, por el consumo de los animales y por finalización del ciclo.

4.5 PRODUCCION ANIMAL

A continuación se presenta el cuadro de ganancia de peso individual promedio por hectárea en el periodo experimental para ambos tratamientos.

Cuadro No. 19: Ganancia de peso individual promedio

TRATAMIENTO	kg/ha
1. Dactylis y Alfalfa	71
2. Festuca, Trébol blanco y Lotus	79

En lo que refiere a la ganancia de peso de los animales no se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos.

El siguiente cuadro muestra la asignación de forraje y la ganancia de peso diaria para los dos pastoreos realizados.

Cuadro No. 20: Asignación de forraje y ganancia diaria según tratamiento

	TRATAMIENTO	AF	GD
1º past	Dactylis y Alfalfa	5,5	0,503
	Festuca, Trébol blanco y Lotus corn.	10,2	0,565
2º past	Dactylis y Alfalfa	4,7	1,305
	Festuca, Trébol blanco y Lotus corn.	7,2	1,352

En ambos tratamientos la asignación de forraje fue mayor en el primer pastoreo que en el segundo, sin embargo las ganancias fueron mayores en el segundo pastoreo para los dos tratamientos. En otras palabras las ganancias de peso fueron mayores cuando se tuvieron menores asignaciones. Esto puede estar explicado porque los animales provenían de campo natural, y al cambiarles la dieta por una de mayor calidad necesitan un período de acostumbramiento en el cual no se obtienen grandes ganancias de peso, este acostumbramiento se dio durante el primer pastoreo del experimento por lo que las ganancias de peso en este pastoreo se ven disminuidas. Lo cual es coincidente con Blanco (1999), quien expresa que *“cuando ocurren cambios en la alimentación, suele conducir a una disminución del consumo ya que se producen modificaciones en el número y tipo de bacterias y protozoarios en el rumen. Todo cambio en la dieta requiere un período de acostumbramiento del animal y del rumen a esa nueva dieta. Cuando este periodo no se cumple porque los componentes de la dieta se modifican abruptamente, están mal balanceados o son mal suministrados, ocasionan desórdenes en el metabolismo y fermentación. Están ampliamente aceptados períodos de acostumbramiento que varían entre 7 y 14 días para el rumen, existiendo también un período de adaptación a nivel enzimático y hormonal que requiere de otros 4 a 7 días, una vez estabilizado el rumen. Por lo que el período total de acostumbramiento varía entre los 11 y 21 días”*.

Además se debe tener en cuenta que el tiempo que tardan los microorganismos del rumen en lograr su especificidad o capacidad para utilizar eficientemente uno o más nutrientes y/o alimentos simples o complejos, varía en función de los cambios de alimentación. El tiempo en cambios de forraje a forraje es de aproximadamente 14 días (Ferrari, 2012).

La menor asignación de forraje en el segundo pastoreo está dada en parte por una menor oferta de forraje y por otro lado por un mayor peso promedio de los animales.

Al observar que la ganancia de peso no muestra diferencias significativas entre tratamientos se puede concluir que en el tratamiento 2 faltó carga para poder aprovechar en mejor forma el forraje disponible y de esta forma obtener una mayor producción animal/ha.

A disponibles altos que se corresponden con IAF altos como los manejados para la mezcla festuca, trébol blanco y lotus (2700 kg MS/ha), no solo baja la productividad neta sino también la utilización del forraje, debido a que el consumo disminuye por la presencia de material senescente (Hodgson et al., citados por Gastal et al., 2004). Si evaluamos la eficiencia de producción de ambas mezclas los valores destacan un mejor desempeño de la de dactylis y alfalfa frente a festuca, trébol blanco y lotus, 7,2 y 12,9 kg MS/kg P.V. respectivamente, aunque debe relativizarse ya que dado la proporción de suelo descubierto y producción de forraje de esta mezcla supone un peor estado que la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, y por lo tanto problemas de sobrevivencia futura. En este sentido la mejora de la producción por hectárea debido a aumentos de la carga animal se puede atribuir a una mejor utilización del forraje producido (Viglizzo, 1981). Parsons et al., citados por Cangiano et al. (1996) proponen que en pasturas pastoreadas intensamente el factor dominante es la disminución en el crecimiento de forraje; en tanto en pasturas pastoreadas con baja intensidad, lo que domina es el bajo aprovechamiento del forraje producido, disminuyendo linealmente la utilización del mismo.

Una baja producción de carne puede ser consecuencia de una baja calidad o cantidad de forraje consumido debido a un elevado número de animales por unidad de superficie; pero también puede aparecer en condiciones de forraje abundante y alta calidad siendo éste pastoreado a una baja carga (Elizalde, 1999). Por lo tanto, la producción animal es la consecuencia de la producción de forraje, eficiencia de cosecha, calidad del alimento y eficiencia con que ese alimento es convertido en producto animal (Gómez, 1988), en tal sentido el consumo y selectividad animal bajo pastoreo tiene una importancia fundamental en determinar la productividad y la eficiencia global de los sistemas pastoriles (Hodgson, 1990).

Cuadro No. 21: Ganancia diaria individual promedio

TRATAMIENTO	kg
1. Dactylis y Alfalfa	0,904
2. Festuca, Trébol blanco y Lotus	0,959

Con respecto a la ganancia individual promedio obtenida a lo largo del experimento no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Si se comparan estas ganancias con las obtenidas por Foglino y Fernández (2009), o las obtenidas por Fariña y Saravia (2010), resultan ser menores, los cuales obtuvieron ganancias diarias de 2 kg y 2,5 kg respectivamente. Cabe destacar que estos autores trabajaron con animales con un peso individual al inicio del pastoreo superior a los 400 kg, en tanto que el presente experimento se llevó a cabo con animales de 12 a 14 meses de edad y con un peso promedio de 145 kg, por lo que es esperable que existan diferencias en las ganancias diarias.

En el siguiente cuadro se presenta la producción animal por hectárea para los dos tratamientos, los cuales no presentan diferencias significativas.

Cuadro No. 22: Producción total por hectárea

TRATAMIENTO	kg/ha
1. Dactylis y Alfalfa	355
2. Festuca, Trébol blanco y Lotus	395

Estos datos son menores a los aportados por Foglino y Fernández (2009), donde reportan una producción por hectárea de 410 kg aproximadamente. Como ya fue mencionado, estos autores obtuvieron esta producción con animales holando de 450 kg de peso vivo al inicio del experimento.

Por otra parte Fariña y Saravia (2010) obtuvieron una producción de 545 a 590 kg por hectárea, valores también superiores a los del presente trabajo. En este caso también se utilizaron animales de mayor peso a los del presente trabajo (435 kg vs 145 kg).

5 CONCLUSIONES

Es de suma importancia destacar que las gramíneas perennes estivales (*P. notatum* y *P. dilatatum*) no lograron implantarse, por lo tanto no se logró el objetivo de mejorar la producción estival por la inclusión de estas especies. A causa de esto las mezclas que en un principio contaban con estas especies no se evaluaron como tales, sino que se evaluaron como el tratamiento de festuca, trébol blanco y lotus.

Las mezclas no presentaron diferencias en cuanto a su implantación pero ambas tuvieron un porcentaje de implantación bajo, debido a las condiciones climáticas adversas dadas por la fecha de siembra tardía, la cual no presentó las condiciones más favorables para una buena implantación.

La productividad de las mezclas si presentó diferencias estadísticas para las variables disponibilidad de forraje, altura, producción de materia seca y tasa de crecimiento; siendo la mezcla de festuca trébol blanco y lotus la que tuvo mayores valores para todas estas variables.

Con respecto a la composición botánica en el disponible existieron diferencias significativas en la fracción gramíneas, que fue mayor en el tratamiento 1, como en las leguminosas, que fue mayor en el tratamiento 2, no así en las malezas. Este comportamiento también se presenta en el remanente.

La producción animal en cuanto a ganancias diarias individuales y producción de carne total por hectárea no fueron diferentes estadísticamente. Esto se debió a que esa mayor producción de forraje de la mezcla festuca trébol blanco y lotus no fue convertida a kg de P.V. animal debido a que la carga no era la suficiente para que esto sucediera, por lo tanto la superioridad en producción de forraje de esta mezcla no fue expresada en kilogramos de P.V. animal. Se supone que fue dado porque la asignación de forraje en la mezcla festuca lotus y trébol blanco fue mayor a la de dactylis y alfalfa y aproximadamente igual al óptimo citado por la biografía, por lo tanto se podría haber aumentado la carga del tratamiento festuca lotus y trébol blanco en un determinado rango donde la ganancia diaria individual no se viera afectada, se aumentaría la producción por hectárea, y se consumiría ese mayor forraje producido por esta mezcla.

6 RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar cuatro mezclas forrajeras en su primer año de vida, su implantación, producción de forraje, composición botánica y producción animal. La fecha de siembra de las mezclas fue el 10 de mayo de 2010, a excepción de los paspalum que se sembraron el primero de junio. Los tratamientos fueron cuatro mezclas forrajeras compuestas la primera por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, la segunda por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, la tercera por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum notatum* y la cuarta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum dilatatum*. Las dos especies de paspalum no lograron implantarse por lo tanto el experimento se basó en dos tratamientos: *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* y *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*. 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 10/05/2010 al 2/12/2010. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar. El área experimental abarcó una superficie de 4,6 ha, la cual fue dividida en cuatro bloques. Uno de estos bloques no fue utilizado ya que corresponde a una zona baja poco productiva. Los bloques se dividieron en cuatro parcelas iguales, obteniendo de esta forma doce parcelas, cada una de estas corresponden a la unidad experimental. Las mezclas fueron pastoreadas con terneros de raza Holando de 12 a 14 meses de edad y se realizaron dos pastoreos. El método de pastoreo utilizado fue rotativo y la ocupación en la franja fue hasta alcanzar una intensidad de 5 cm. Los resultados obtenidos muestran que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de implantación de las mezclas, tampoco en el porcentaje de utilización ni en la producción animal. Si hubo diferencias significativas para las variables: producción de MS por hectárea, forraje disponible, tasa de crecimiento y composición botánica.

Palabras clave: Mezclas forrajeras; Implantación; Producción de forraje;
Composición botánica; Producción de carne.

7 SUMMARY

This study aimed to evaluate four forage mixtures in their first year of life, their implantation, forage production, botanical composition and animal production. The date of planting of the mixtures was May 10th 2010, except for paspalum were planted the first of June. Treatments were four forage mixtures composed first by *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa*, the second by *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, the third by *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* and *Paspalum notatum* and the fourth by *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* and *Paspalum dilatatum*. The two species of paspalum fail to implant so the experiment was based on two treatments: *Dactylis glomerata* and *Festuca arundinacea* and *Medicago sativa*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*. The experiment was conducted at the Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni" (Faculty of Agriculture, University of the Republic, Paysandu, Uruguay) located on National Highway No. 3, Km 363, number 34 in the pasture on the latitude 32°22'30.93" S and longitude 58°3'47.08" O. The same was done in the period from 10/05/2010 to 12/02/2010. The experimental design was a randomized complete block. Experimental area covered an area of 4.6 ha, which was divided in four blocks. One of these blocks was not used because it corresponds to a lower area unproductive. Blocks plots were divided into four equal, thereby obtaining twelve plots, each of these correspond to the experimental unit. Mixtures were grazed by Holstein breed calves 12 to 14 months of age and there were two grazing. The method used was rotational grazing and occupation in Gaza was to reach an intensity of 5 cm. Results show no statistically significant difference in the rate of implementation of the mixtures, either in the utilization rate and animal production. There were significant differences for the variables: DM production per hectare, forage available, growth rate and botanical composition.

Keywords: Forage mixtures; Implantation; Forage production; Botanical composition; Beef production.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. ACLE, J.; CLEMENT, M. 2004. Características de la implantación y vigor de gramíneas y leguminosas perennes integrantes de mezclas forrajeras y estudio de la población de unidades morfológicas en el otoño del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 102 p.
2. AGNUSDEI, M.; COLABELLI, M.; MAZZANTI, A.; LAVREVEUX, M. 1998b. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. EEA INTA Balcarce. Boletín Técnico no. 148. 21 p.
3. AGUSTONI, A.; BUSSI, C.; SHIMABUKURO, M. 2008. Efecto de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 97 p.
4. ALBANO, E.; ALVAREZ, G.; NUÑEZ, R. 2010. Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre la productividad estivo-otoñal de una pradera de primer año con agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 114 p.
5. ALMADA, F.; PALACIOS, M.; VILLALBA, S.; ZIPÍTRIA, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
6. ALLEGRI, M. 1982. Algunas consideraciones sobre la investigación en utilización de pasturas. Miscelánea CIAAB. no. 39: 1-3.
7. ARIAS, J. E.; DOUGHERTY, C. T.; BRADLEY, N. W.; CORNELIUS, P. L.; LAURIAULT, L. M. 1990. Structure of tall fescue swards and intake of grazing cattle. *Agronomy Journal*. 82: 545 - 548.
8. AYALA TORALES, A.; ACOSTA, G.; DEREGIBUS, V. A.; CABRINI, S. 1995. Efecto de la modalidad de defoliación y de la fertilización fosforada en pasturas integradas por *Lotus corniculatus* L. 1. Características productivas de la leguminosa. In: Congreso Argentino de Producción Animal (19º, 1995, Mar del Plata, Argentina). Resúmenes. *Revista Argentina de Producción Animal*. 15 (1): 77-80.

9. AYALA, W.; BEMHAJA, M.; DOCANTO, J.; GARCIA, J.; OLMOS, F.; REAL, D.; REBUFFO, M.; REYNO, R.; SILVA, J.; COTRO, B.; ROSSI, C. 2010. Forrajeras. Catalogo de cultivares 2010. Montevideo, INIA. 131 p.
10. AYALA, W.; BERMUDEZ, R.; BARRIOS, E. 2007. Utilización de “brassicas” (nabos forrajeros) en la alimentación de terneros de destete anticipado. In: Unidad Experimental Palo a Pique, INIA Treinta y Tres. Cultivos Forrajeros de Verano. Treinta y Tres, INIA. pp. 41-45 (Actividades de Difusión no. 499).
11. AVENDAÑO, J. C.; BORELL, R.; CUBILLOS, C. 1986. Período de descanso y asignación de forraje en la estructura y la utilización de varias especies de una pradera naturalizada. Turrialba. 36 (2): 137-148.
12. AZANZA, A.; PANISSA, R.; RODRIGUEZ, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
13. BARBAROSA, R. s.f. Implantación de pasturas perennes; algunas consideraciones. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. s.p. Consultado dic. 2012. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/164-implantacion.pdf
14. BARNES, R. F.; SHEAFFER, C. C. 1995. Alfalfa. In: Barnes, R. F.; Miller, D. A.; Nelson, C. J. eds. Forages; an introduction to grassland agriculture. 5th. ed. Ames, Iowa, Iowa State University. pp. 205-216.
15. BARTHAM, G. T.; BOLTON, G. R.; ELSTON, D. A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium prene*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. *Agronomie*. 19 (6): 445-456.
16. BEGUET, H.; BAVERA, G. 2001. Fisiología de la planta pastoreada. (en línea). Río Cuarto, s.e. 6 p. Consultado oct. 2011. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/04-fisiologia_de_la_planta_pastoreada.pdf

17. BIANCHI, J. L. 1982. Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso de novillos en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
18. BISCAYART FORRAJERAS. 2011. 10 recomendaciones del INTA; implantación de pasturas en suelos no agrícolas. (en línea). Buenos Aires, INTA. 3 p. Consultado oct. 2011. Disponible en <http://www.biscayart.com.ar/images/itpast01.pdf>
19. BLANCO, M. del R. 1999. El alimento y los procesos digestivos en el rumen. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. Consultado ene. 2013. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/70-alimentos_rumen.pdf
20. BLASER, R. E.; TAYLOR, T.; GRIFFETH, W.; SKRDLA, W. 1956. Seedling competition in establishing forage plants. *Advances in Agronomy*. 4: 179-216.
21. BOGGIANO, P. 1990. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 185-195.
22. BOLOGNA, J.; HILL, W. 1992. Implantación de gramíneas y leguminosas en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. s.p.
23. BRITO DEL PINO, G.; COLELLA, A.; CROSTA, D.; MORALES, C.J. 2008. Relevamiento de implantación de pasturas con gramíneas perennes en Basamento Cristalino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 125 p.
24. BROUGHAM, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7 (5): 377-387.
25. _____. 1959. The effects of frequency and intensity of grazing on the productivity of pastures of short-rotation rye grass and red and white clover. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2: 1232-1243.
26. BRYANT, H. T. 1970. Symposium on pasture methods for maximum production in beef cattle; effect of grazing management on animal and area output. *Journal of Animal Science*. 30: 153-158.

27. BUXTON, D. R.; HORNSTEIN, J. S.; WEDIN, W. F.; MARTEN, G. C. 1985. Forage quality in stratified canopies of alfalfa, birdsfoot trefoil, and red clover. *Crop Science*. 25: 273-279.
28. CANGIANO, C.; ESCUDER, C.; GALLI, J.; GOMEZ, P.; ROSSO, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
29. _____. 1997. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Buenos Aires, Argentina, La Borrosa. 139 p.
30. CAPUTA, S. 1974. Development of the botanical composition of pastures sown as pure stands or as a complex mixture. *Landwirtschaftliche Forschung*. 13 (1/2): 77-89 (Original no consultado; compendiado en *Herbage Abstracts*. 45 (9): 3412. 1975).
31. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 463 p.
32. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
33. _____.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E.; BERMUDEZ, R. 1994. Siembra de mejoramientos en cobertura. Montevideo, Uruguay, INIA. 19 p. (Serie Técnica no. 46).
34. _____. 2002a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
35. _____. 2002b. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
36. _____. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
37. CARLSON, G. E.; GIBSON, P. B.; BALTENSBERGER, D. D. 1985. White clover and other perennial clovers. In: Health, M.; Barnes, R.F.; Metcalf, D.S. eds. *Forage; the science of grassland agriculture*. 4th. ed. Ames, Iowa, Iowa State University. pp. 118-127.
38. CASAL, J. J.; DEREGIBUS, V. A.; SÁNCHEZ, R. A. 1985. Variation in tiller dynamics and morphology in *Lolium multiflorum* Lam. vegetative and reproductive plants as affected by differences in red/far-red irradiation. *Annals of Botany*. 56 (4): 553-559.

39. CASTRO, E. 1973 Proyecto regional en la zona de basalto In: Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Pasturas II. La Estanzuela, Colonia. pp. 1-24.
40. CASTRO, O.; ESCUDER, J. 1972. Comportamiento agronómico de nueve mezclas forrajeras. Facultad de Agronomía (Uruguay). Estación Experimental Paysandú. Boletín técnico no. 7. 12 p.
41. CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. 1993. Morfogenetic and structural determinants of plants regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress (12th., 1993, New Zealand). Proceedings. s.n.t. pp. 95-104.
42. CHILIBROSTE, P.; SOCA, P.; DE ARMAS, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangüé. no. 27: 15-17.
43. COLABELLI, M.; AGNUSDEI, M.; MAZZANTI, A; LABREVEUX, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. SAGP y A. Boletín Técnico no. 148. 21 p.
44. CUBILLOS, G. F.; MOTT, G. O. 1969. La influencia de la presión de pastoreo sobre la producción de carne de novillos en praderas de alfalfa y bromo. Agricultura Técnica. 29 (4): 178-185.
45. CURLL, M. L.; WILKINS, R. J. 1982. Frequency and severity of defoliation of grass and clover by sheep at different stocking rates. Grass and Forage Science. 37: 291-297.
46. DALLEY, D. E.; ROCHE, J. R.; GRAINGER, C.; MOATE, P. J. 1999. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pasture at different herbage allowances in spring. Australian Journal of Experimental Agriculture. 39 (8): 923-931.
47. DAMONTE, I.; IRAZABAL, G.; REINANTE, R.; SHAW, M. 2004. Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la performance de novillos Hereford pastoreando verdeos durante el otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 139 p.

48. DIAZ LAGO, J. E. 1995. Estudios sobre la producción de forraje estacional y anual de leguminosas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 103 p.
49. DONAGHY, D.J.; FULKERSON, W.J. 1998. Priority for allocation of water-soluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. *Grass and Forage Science*. 53: 211-218.
50. DONALD, C. M. 1963. Competition among crop and pasture plants. *Advances in Agronomy*. 15: 1-118.
51. ELGERSMA, A.; NASSIRI, M. 1998. Competition in perennial ryegrass-white clover mixture under cutting. 2. Leaf characteristics, light interception and dry-matter production during regrowth. *Grass and Forage Science*. 53 (4): 367-379.
52. ELIZALDE, J. 1999. Suplementación con granos en la producción de carne en animales en pastoreo. In: Congreso Nacional para Productores y Profesionales (2º., 1999, Palermo). Forrajes y granos. s.n.t. pp. 67-93.
53. FARIÑA, M. F.; SARAVIA, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
54. FERNÁNDEZ, M.; NAVA, M. 2008. Efecto de la asignación de forraje y suplementación sobre la estructura y composición botánica de una pastura mezcla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.
55. FERRARI, O. 2012. Suplementación en invernadas pastoriles; fundamentos. (en línea). s.n.t. Consultado ene. 2013. Disponible en <http://delsector.com/vernoti.php?notid=1542>
56. FULKERSON, W. J.; SLACK, K. 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*; 2. Effect of defoliation frequency and height. *Grass and Forage Science*. no. 50: 16-20.
57. FOGILINO, F.; FERNANDEZ, 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. 78 p.

58. FORBES, T. D. A. 1988. Researching the plant–animal interface; the investigate of ingestive behaviour in grazing animals. *Journal of Animal Science*. 66 (9): 2269-2279.
59. FORMOSO, F. 1993. Lotus Corniculatus. I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. La Estanzuela, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).
60. _____. 2000a. Alfalfa en mezclas forrajeras. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D.F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
61. _____. 2000b. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D.F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 75-94 (Boletín de Divulgación no. 69).
62. _____. 2010. Festuca arundinacea, manejo para la producción de forraje y semillas. Montevideo, Uruguay, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
63. FREER, M. 1981. The control of food intake by grazing animal. *In*: Morley, F. H. W. ed. Grazing animals. Amsterdam, Elsevier. pp. 105-124.
64. GARCIA, J. 1971. Influencia de factores ambientales sobre el rendimiento y calidad de semilla de tres biotipos de *Paspalum dilatatum*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 128 p.
65. _____. 1995a. Dactylis glomerata LE Oberon. La Estanzuela, INIA. 50 p. (Boletín de Divulgación no. 49).
66. _____. 1995b. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, INIA. 9 p. (Serie Técnica no. 66).
67. GARDUÑO VELÁZQUEZ, S.; PÉREZ PÉREZ, J.; HERNÁNDEZ GARAY, A.; HERRERA HARO, J. G.; MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, P. A.; JOAQUÍN TORRES, B. M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. *Técnica Pecuaria en México*. 47(2):189-202
68. GASTAL, F.; BÉLANGER, G.; LEMAIRE, G. 1992. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. *Annals of Botany*. 70: 437-442.

69. _____.; LEMAIRE, G.; LESTIENNE, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilisation. In: Simposio em Ecofisiologia das Pastagens e Ecologia do Pastejo (2o., 2004, Curitiba). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.
70. 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.
71. GOMEZ, P. 1988. Engorde de novillos en pastoreo, uso estratégico de la suplementación. In: Crecimiento. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 73-101.
72. GONZALEZ, J.; PIPPOLO, D. 1999 Implantación de gramíneas y leguminosas sobre ladera de basalto profundo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 114 p.
73. GROSS, K. L.; WERNBER, P.A. 1982. Colonizing abilities of "Biennial" plant species in relation to ground cover; implications for their distributions in a successional sere. *Ecology*. 63: 921-931.
74. GRANT, S. A. 1981. Sward components. In: Hodgson, J.; Baker, R. D.; Davies, A.; Laidlaw, A. S.; Leaver, J. D. eds. Sward measurement handbook. Hurley, British Grassland Society. pp. 71-92.
75. GREENHALGH, J. F. D.; MCDONALD, P.; EDWARDS, R. A. 1966. Animal nutrition. Edinburgh, Oliver and Boyd. 407 p.
76. GUERRERO, J. N. 1984. Prediction of animal performance on bermudagrass pasture from available forage. *Agronomy Journal*. 76: 577-580.
77. HARRIS, W.; THOMAS, V. J. 1973. Composition among pasture plants. 3. Effects of frequency and height of cutting on competition between White clover and two ryegrass cultivars. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 16 (1): 49-58.
78. _____.; LASENBY, A. 1974. Competitive interaction of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerance. *Australian Journal of Agriculture Research* 25(2): 227-246.

79. HAYDOCK, K. P.; SHAW, N. H. 1975. Comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15: 663-670.
80. HEITSCHMIDT, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management*. 40: 216-223.
81. HODGSON, J. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production; in evaluation of research results. *Proceedings of New Zealand Society of Animal Production*. 44: 99-104.
82. _____. 1990. *Grazing management; science and practice*. London, Longman. pp. 6-24.
83. HUDSON, R. J.; RICHMOND, R. J.; CHRISTOPHERSON, R. 1977. Comparison of forage intake and digestibility by american bison, yak and cattle. *Acta Theriologica*. 22 (9-19): 225-230.
84. HUTHINGS, M.; DE KROON, H. 1994. Foraging in plants; the role of morphological plasticity in resource acquisition. *Advances in Ecological Research*. 25: 159-238.
85. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE). 2012. *Catálogo*. (en línea). Montevideo. Consultado may. 2012. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm
86. JAGUSCH, K.T. 1981. Producción de ganado sobre pasturas In: Langer, R. H. M. ed. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 271-287.
87. JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. 1979. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. *Grass and Forage Science*. 34: 273-282.
88. JOHNS, G. G. 1974. A soil water use relationship for incorporation in model simulation of dryland herbage production. In: *International Grassland Congress (12th., 1974, Moscow, Russia)*. *Proceedings*. s.n.t. cap. 2, pp. 659-666.

89. JONES, R. J. 1968. The production and persistence of grazed irrigated pasture mixtures in South-eastern Queensland. *Australian Journal of Experiment Agricultural and Animal Husbandry*. 8 (31): 177-189
90. JONES, S. R.; SANDLAND, R. L. 1974. The relation between animal gain and stocking rate. Derivation of the selection from the results of grazing trails. *Journal of Agricultural Science*. 83 (2): 335-342.
91. LANGER, R. H. M. 1963. Tillering in herbage grasses. *Herbage Abstracts*. 33: 141-8.
92. LANGER, H. L. 1981. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
93. LA PAZ, A.; PEREZ, M.; ROBATTO, R. 1994 *Implantación de especies sembradas en cobertura sobre basalto*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 137 p.
94. LEBORGNE, R. 1995. *Antecedentes técnicos y metodologías para presupuestación en establecimientos lecheros*. 2ª ed. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 53 p.
95. LEMAIRE, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing; tissue turnover. *In: International Symposium on Animal Production under Grazing (1st., 1997, Viscosa)*. Proceedings. Viscosa, Universidad Federal de Viscosa. pp. 117-144.
96. LOPEZ, G.; PASTORINI, J. M.; VAZQUEZ, F.J. 2012. *Efecto de la fecha de siembra y mezcla forrajera sobre la producción invierno-primaveral para praderas de primer año*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81 p.
97. MCKEE, W. H.; BROWN, R. H.; BLASER, R. E. 1967. Effect of clipping and nitrogen fertilization on yield and stands of tall fescue. *Crop Science*. 7(6):567-570.
98. MARASCHIN, E. G. 2000. *A planta forrageira no sistema de produção*. *In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem (17º, 2000, Piracicaba)*. Trabalhos apresentados. Piracicaba, Brasil, s.e. pp. 217-264.
99. MARTEN, G. C. 1985. Factors influencing feeding value and effective utilization of forages for animal production. *In: International Grassland Congress (15th., 1985, Kyoto)*. Proceedings. s.n.t. pp. 89-97.

100. MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTEL, F. 1994. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass Forage Science*. 49 (2): 111-120.
101. MILNE, J. A.; HODGSON, J.; THOMPSON, R.; SOUTER, W. G.; BARTHAM, G. T. 1982. The diet ingested by sheep grazing sward differing in white clover and perennial ryegrass content. *Grass and Forage Science*. 37: 209-218.
102. MILLOT, J. C.; RISSO, D.; METHOL, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
103. MINSON, D. J. 1983. Forage quality: assesing the plant-animal complex. In: International Grassland Congress (14th., 1981, Lexington, Kentucky). Proceedings. Boulder, Colorado, Westview. pp. 23-29.
104. MIÑON, D. P.; CAHUEPE, M. A.; LORENZO, M. S.; COLOMBO, J.; BRIZUELA, M. A.; MIQUEL, M. C. 1984. Análisis comparativo de las dietas de dos razas vacunas en un pastizal de la depresión del Salado (Buenos Aires). I. Composición botánica del alimento. *Revista Argentina de Producción Animal*. 4 (8): 789-801.
105. MITCHLEY, J.; WILLEMS, J. H. 1995. Vertical canopy structure of dutch grasslands in relation to their management. *Vegetation*. 117: 17-27.
106. MOLITERNO, E. 2000. Caracterización de la producción inicial de diversas mezclas forrajeras. *Agrociencia (Montevideo)*. 4 (1): 31-49.
107. MORON, A. 2000. Manejo agronómico de la alfalfa; fertilidad de suelos y estado nutricional. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. *Tecnología en alfalfa*. Montevideo, INIA. pp. 37-52 (Boletín de Divulgación no. 69).
108. MORRIS, S. T.; HIRSCHBERG, S. W.; MICHEL, A.; PARKER, W. J.; McCUTCHEON. 1993. Herbage intake and live weight gain of bulls and steers continuously stocked at fixed sward heights during autumn and spring. *Grass and Forage Science*. 48 (2): 109-117.

109. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and measurements of pasture production. In: International Grassland Congress (8^{th.}, 1960, Oxford). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606-611.
110. MURSAN, A.; HUGHES, T. P.; NICOL, A. M.; SUGIURA, T. 1989. The influence of sward height on the mechanics of grazing in steers and bulls. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 49: 233-236.
111. NUÑEZ, G.; ESPINOZA, J.; SALINAS, H.; GUTIERREZ, J.; MEDINA, G.; DOVEL, R. 2000. Manejo agronómico de praderas. (en línea). México, D.F., s.e. 6 p. Consultado jul. 2012. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/48-manejo_agronomico_de_praderas.pdf
112. OLMOS, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Tacuarembó, INIA. 239 p. (Serie Técnica no. 145).
113. OTONDO, J.; CICCHINO, M.; CALVETTY, M. 2008. Mezclas base alfalfa en un sistema de invernada de la Cuenca del Salado. (en línea). Rauch, INTA. Consultado dic. 2011. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/115-Alfalfa.pdf
114. PEREIRA, M. 2007. ¿Qué Lotus sembrar?. Revista del Plan Agropecuario. 122: 36-38.
115. PIZARRO, E. A. 2000. Potencial forrajero del genero paspalum. Pasturas Tropicales. 22 (1): 38-46.
116. RAYMOND, W. F. 1964. The efficient use of grass. The Proceedings of the Nutrition Society. 23: 54-62.
117. REBUFFO, M. 2001. Implantación. In: Rebuffo, M.; Risso, D.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 29- 36 (Boletín de Divulgación no. 69).
118. RHODES, I. 1969. The yield, canopy structure and light interception of two ryegrass varieties in mixed culture and monoculture. Journal of the British Grassland Society. 24: 123-127.

119. _____. 1970. Competition between herbage grasses. *Herbage Abstracts*. 40 (2): 115-21.
120. RISSO, D.; SCAVINO, J. 1976. Región centro-sur. In: Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. *Avances en pasturas IV*. Montevideo. v.1, pp. 1-15.
121. ROSENGURTT, B., et al. 1946. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay. 5ª contribución. Montevideo, Rosgal. 473 p.
122. SAIBRO, J. C.; 1980. Forrageiras tropicais recomendadas para o Rio Grande do Sul. In: Seminário sobre Pastagens de que Pastagens Necessitamos. (1ª., Porto Alegre, Brasil). Trabalhos apresentados. Piracicaba, FEALQ. pp. 99-116.
123. SALHU, T. 1989. Influence of grazing pressure on energy cost of grazing by sheep on smooth brome grass. *Journal of Animal Science*. 67: 2098-2105.
124. SANTIÑAQUE, F. 1979. Estudios sobre productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
125. _____.; CARÁMBULA, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. *Miscelánea CIAAB*. no. 1: 16-21.
126. SCHNEITER, O. 2005. Mezclas de especies forrajeras templadas. In: Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina) Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. s.p.
127. SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. 1992. Gramínea tropicales. Roma, FAO. 849 p.
128. SMETHAM, M .L. 1973. Manejo del pastoreo. In: Langer, R. H. M. ed. *Las pasturas y sus plantas*, Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 209-270.
129. SOCA, P.; CHILIBROSTE, P. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años; aportes desde la EEMC. *Cangüé*. no. 30: 36-44.

130. STANTON, M. L. 1984. Seed variation in wild radish; effect of seed size on components of seedling and adult fitness. *Ecology* 65: 1105-1112.
131. STOBBS, T. H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture. I. Variation in the bite size of grazing cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. 24: 809-819.
132. SYMONDS, R.; SALABERRY, S. 1976. Región litoral-oeste. In: Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. *Avances en pasturas IV*. Montevideo. v.1, pp. 1-19.
133. TEUBER, N.; LAIDLAW, A. S. 1996. Influence of irradiance on branch growth of white clover stolons in rejected areas within grazed swards. *Grass and Forage Science*. 51: 73-80.
134. THOM, E. R.; BRYANT, A. M. 1991. Effects of grazing management on grass tiller density characteristics of a ryegrass-white clover dairy pasture. s.n.t. s.p.
135. TOTHILL, J.; HARGREAVES, J.; JONES, R. 1978. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. *Tropical Agronomy Technical Memorandum*. no. 8: 85-91.
136. TREMEZANA, A. 1976. Región Basáltica. In: Centro de investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. *Avances en pasturas IV*. Montevideo. v.1, pp. 1-33.
137. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMÍA. 2011. Estación Meteorológica Automática; resumen climatológico del año actual. (en línea). Paysandú. 8 p. Consultado oct. 2011. Disponible en http://www.eemac.edu.uy/estacion_meteorologica_automatica/NOAA_YR.TXT
138. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo. Escala 1:1.000. 000.
139. VALENTINE, J. F. 1990. *Grazing management*. San Diego, CA, Academic. 533 p.

140. VAN SOEST, P. J. 1965. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science*. 24: 834-843.
141. VAZ MARTINS, D.; BIANCHI, J. L. 1982. Relación entre distintos parámetros de la pastura y el comportamiento de animales en pastoreo. *Miscelánea CIAAB*. no. 39: 1-16.
142. VELASCO, M. E.; HERNÁNDEZ, A.; GONZÁLEZ, V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. *Técnica Pecuaria en México*. 43 (2): 247-258.
143. VIGLIZZO, E. F. 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 125 p.
144. VOISIN, A. 1959. Grass productivity. New York, Physiological Library. 353 p.
145. WALDO, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage - concentrate interaction. *Journal of Dairy Science*. 69 (2): 617-631.
146. WALES, W. J.; DOYLE, P. T.; DELLOW, D. W. 1998. Dry matter intake, nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at different pasture allowances in summer and autumn. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 38 (5): 451-460.
147. WATSON, H.; WARD, C. Y. 1970. Influence of intact tillers and height of cut on regrowth and carbohydrate reserves in Dallisgrass (*Paspalum dilatatum* Poir). *Crop Science*. 10: 474-477.
148. WHEELER, J. L. 1962. Experimentation in grazing management. *Herbage Abstracts*. 32: 1-7.
149. YOUNGNER, V. B. 1972. Physiology of defoliation and regrowth. In: Youngner V. B.; Mokell, C. M. eds. *The biology and utilization of grasses*. New York, Academic Press. pp. 292-304.
150. ZANONIANI, R. A.; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del genero Lotus en el Uruguay. *Cangüé*. no. 25: 5-11.
151. _____.; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M. SILVEIRA, D. 2006. Producción otoño-invernal del segundo año de raigrás según intensidades de pastoreo. In: Reunión del Grupo Técnico Regional de

Cono Sur, Grupo Campos (21^a., 2006, Pelotas). Trabajos Presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.

9 ANEXOS

ANEXO No. 1. DISPONIBILIDAD DE FORRAJE EN MATERIA SECA

Variable	N	R	R ² Aj	CV
DISP Kg./ha	6	0,93	0,83	11,76

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1821129,45	3	607043,15	9,03	0,1013
BLOQUE	184836,37	2	92418,18	1,38	0,421
TRATAMIENTO	1636293,08	1	1636293,08	24,35	0,0387
Error	134423,45	2	67211,72		
Total	1955552,9	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=757,01267

Error: 67211,7248 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	2334,72	2	183,32	A
2	2320,65	2	183,32	A
1	1955,56	2	183,32	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=618,09826

Error: 67211,7248 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	2725,87	3	149,68	A
1	1681,42	3	149,68	B

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

ANEXO No. 2. REMANENTE DE FORRAJE EN MATERIA SECA

Variable	N	R	R ² Aj	CV
REM Kg./ha	6	0,89	0,74	15,68

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	478788,92	3	159596,31	5,65	0,154
BLOQUE	5469,98	2	2734,99	0,1	0,9117
TRATAMIENTO	473318,94	1	473318,94	16,76	0,0548
Error	56480,51	2	28240,26		
Total	535269,44	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=490,69874

Error: 28240,2560 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	1045,17	2	118,83	A
1	1055,93	2	118,83	A
2	1113,92	2	118,83	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=400,65384

Error: 28240,2560 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	1352,54	3	97,02	A
1	790,8	3	97,02	B

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

ANEXO No. 3. FORRAJE DESAPARECIDO EN MATERIA SECA

Variable	N	R	R ² Aj	CV
DES Kg./ha	6	0,96	0,91	8,73

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	518319,89	3	172773,3	17,69	0,054
BLOQUE	168808,44	2	84404,22	8,64	0,1037
TRATAMIENTO	349511,45	1	349511,45	35,78	0,0268
Error	19534,42	2	9767,21		
Total	537854,31	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=288,57977

Error: 9767,2094 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	1289,55	2	69,88	A
2	1206,74	2	69,88	A
1	899,63	2	69,88	B

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=235,62439

Error: 9767,2094 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	1373,33	3	57,06	A
1	890,62	3	57,06	B

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

ANEXO No. 4. PORCENTAJE DE UTILIZACION

Variable	N	R	R ² Aj	CV
% UTIL	6	0,76	0,41	5,23

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	44,00	3	14,67	2,15	0,3336
BLOQUE	44,00	2	22,00	3,22	0,2371
TRATAMIENTO	5,10E-06	1	5,10E-06	7,50E-07	0,9994
Error	13,67	2	6,84		
Total	57,68	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=7,63532

Error: 6,8374 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	52,97	2	1,85	A
2	50,65	2	1,85	A
1	46,43	2	1,85	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=417,08231

Error: 6,8374 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1	50,01	3	1,51	A
2	50,02	3	1,51	A

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

ANEXO No. 5. ALTURA UTILIZADA

Variable	N	R	R ² Aj	CV
ALT Util	6	0,98	0,95	8,44

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	122,48	3	40,83	35,69	0,0274
BLOQUE	35,45	2	17,72	15,49	0,0606
TRATAMIENTO	87,03	1	87,03	76,08	0,0129
Error	2,29	2	1,14		
Total	124,77	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=3,12305

Error: 3,12305 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	15,06	2	0,76	A
2	13,63	2	0,76	A
1	9,34	2	0,76	B

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=2,54996

Error: 3,12305 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	16,48	3	0,62	A
1	8,87	3	0,62	B

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

ANEXO No. 6. ALTURA DEL DISPONIBLE

Variable	N	R	R ² Aj	CV
ALT Disp	6	0,88	0,7	14,67

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	48,93	3	16,31	4,88	0,1749
BLOQUE	6,44	2	3,22	0,96	0,5095
TRATAMIENTO	42,49	1	42,49	12,7	0,0705
Error	6,69	2	3,34		
Total	55,62	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=5,34026

Error: 3,3447 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	13,44	2	1,29	A
2	12,94	2	1,29	A
1	11,03	2	1,29	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=4,36030

Error: 3,3447 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	15,13	3	1,06	A
1	9,81	3	1,06	B

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

ANEXO No. 7. ALTURA DEL REMANENTE

Variable	N	R	R ² Aj	CV
ALT Rem	6	0,51	0	21,58

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,69	3	1,23	0,7	0,6318
BLOQUE	0,22	2	0,11	0,06	0,9413
TRATAMIENTO	3,48	1	3,48	1,99	0,2939
Error	3,5	2	1,75		
Total	7,19	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=3,86068

Error: 1,7481 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
1	6,37	2	0,93	A
2	6,12	2	0,93	A
3	5,9	2	0,93	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=3,15223

Error: 1,7481 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	6,89	3	0,76	A
1	5,37	3	0,76	A

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

ANEXO No. 8. PRODUCCION DE FORRAJE

Variable	N	R	R ² Aj	CV
CREC Ajust	6	0,92	0,81	16,8

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10020362,2	3	3340120,72	8	0,1131
BLOQUE	303540,8	2	151770,4	0,36	0,7334
TRATAMIENTO	9716821,36	1	9716821,36	23,27	0,0404
Error	835080,25	2	417540,13		
Total	10855442,4	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=1886,81682

Error: 417540,1274 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
2	4043,16	2	456,91	A
3	3965,59	2	456,91	A
1	3532	2	456,91	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=1540,57948

Error: 417540,1274 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	5119,5	3	373,07	A
1	2574,33	3	373,07	B

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

ANEXO No. 9. TASA DE CRECIMIENTO

Variable	N	R	R ² Aj	CV
T. CREC	6	0,87	0,68	26,85

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	815,24	3	271,75	4,47	0,1882
BLOQUE	117,24	2	58,62	0,96	0,5091
TRATAMIENTO	698	1	698	11,48	0,0772
Error	121,6	2	60,8		
Total	936,84	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=22,76883

Error: 60,8023 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
2	34,83	2	5,51	A
3	28,19	2	5,51	A
1	24,1	2	5,51	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=18,59067

Error: 60,8023 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	39,83	3	4,5	A
1	18,26	3	4,5	B

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

ANEXO No. 10. CRECIMIENTO EN ALTURA

Variable	N	R	R ² Aj	CV
ALT Crec	6	0,88	0,71	14,8

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	205,33	3	68,44	5,08	0,1688
BLOQUE	26,19	2	13,09	0,97	0,5071
TRATAMIENTO	179,14	1	179,14	13,3	0,0676
Error	26,94	2	13,47		
Total	232,27	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=10,71624

Error: 13,4686 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	26,73	2	2,6	A
2	25,76	2	2,6	A
1	21,9	2	2,6	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=8,74977

Error: 13,4686 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	30,26	3	2,12	A
1	19,33	3	2,12	B

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

ANEXO No. 11. PORCENTAJE DE GRAMINEAS EN EL DISPONIBLE

Variable	N	R	R ² Aj	CV
% GRAM Disp	6	0,96	0,9	10,52

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1091,03	3	363,68	16,33	0,0582
BLOQUE	102,86	2	51,43	2,31	0,3021
TRATAMIENTO	988,17	1	988,17	44,38	0,0218
Error	44,53	2	22,26		
Total	1135,56	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=13,77784

Error: 22,2639 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	50,58	2	3,34	A
1	42,92	2	3,34	A
2	41	2	3,34	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=11,24956

Error: 22,2639 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1	57,67	3	2,72	A
2	32	3	2,72	B

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

ANEXO No.12. PORCENTAJE DE LEGUMINOSAS EN EL DISPONIBLE

Variable	N	R	R ² Aj	CV
% LEG Disp	6	0,98	0,94	9,81

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	960,24	3	320,08	26,28	0,0369
BLOQUE	10,19	2	5,1	0,42	0,705
TRATAMIENTO	950,04	1	950,04	78	0,0126
Error	24,36	2	12,18		
Total	984,6	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=10,19094

Error: 12,1806 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	37,42	2	2,47	A
2	34,83	2	2,47	A
1	34,5	2	2,47	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=8,32087

Error: 12,1806 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	48,17	3	2,01	A
1	23	3	2,01	B

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

ANEXO No. 13. PORCENTAJE DE MALEZAS EN EL DISPONIBLE

Variable	N	R	R ² Aj	CV
% MALEZA Disp	6	0,68	0,21	32,54

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	175,4	3	58,47	1,44	0,4348
BLOQUE	175,03	2	87,51	2,16	0,3169
TRATAMIENTO	0,38	1	0,38	0,01	0,9322
Error	81,19	2	40,6		
Total	256,6	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=18,60496

Error: 40,5972 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
2	24,17	2	4,51	A
1	22,58	2	4,51	A
3	12	2	4,51	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=15,19089

Error: 40,5972 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1	19,33	3	3,68	A
2	19,83	3	3,68	A

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

ANEXO No. 14. PORCENTAJE DE GRAMINEAS EN EL REMANENTE

Variable	N	R	R ² Aj	CV
% GRAM Rem	6	0,99	0,97	3,22

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	472,75	3	157,58	48,42	0,0203
BLOQUE	236,29	2	118,14	36,3	0,0268
TRATAMIENTO	236,46	1	236,46	72,65	0,0135
Error	6,51	2	3,25		
Total	479,26	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=5,26783

Error: 3,2546 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	64,75	2	1,28	A
1	53,25	2	1,28	B
2	50,17	2	1,28	B

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=4,30116

Error: 3,2546 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1	62,33	3	1,04	A
2	49,78	3	1,04	B

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

ANEXO No. 15. PORCENTAJE DE LEGUMINOSAS EN EL REMANENTE

Variable	N	R	R ² Aj	CV
% LEG Rem	6	0,96	0,9	6,14

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	182,26	3	60,75	16,74	0,0569
BLOQUE	84,93	2	42,46	11,7	0,0787
TRATAMIENTO	97,34	1	97,34	26,82	0,0353
Error	7,26	2	3,63		
Total	189,52	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=5,56303

Error: 3,6296 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
1	34,25	2	1,35	A
2	33,08	2	1,35	A
3	25,75	2	1,35	B

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=4,54220

Error: 3,6296 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	35,06	3	1,1	A
1	27	3	1,1	B

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

ANEXO No. 16. PORCENTAJE DE MALEZAS EN EL REMANENTE

Variable	N	R	R ² Aj	CV
% MALEZAS Rem	6	0,75	0,38	28,58

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	83,46	3	27,82	2,04	0,3455
BLOQUE	53,08	2	26,54	1,95	0,3392
TRATAMIENTO	30,38	1	30,38	2,23	0,274
Error	27,25	2	13,63		
Total	110,71	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=10,77827

Error: 13,6250 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
1	12,5	2	2,61	A
2	16,75	2	2,61	A
3	9,5	2	2,61	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS==8,80042

Error: 13,6250 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1	10,67	3	2,13	A
2	15,17	3	2,13	A

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

ANEXO No. 17. CANTIDAD DE GRAMINEAS EN EL DISPONIBLE

Variable	N	R	R ² Aj	CV
DISP GRAM (Kg/ha)	6	0,76	0,41	18,58

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	190162,54	3	63387,51	2,14	0,3342
BLOQUE	168790,17	2	84395,09	2,85	0,2597
TRATAMIENTO	21372,36	1	21372,36	0,72	0,485
Error	59224,88	2	29612,44		
Total	249387,42	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=502,47879

Error: 29612,4410 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	1145,65	2	121,68	A
2	894,49	2	121,68	A
1	738,5	2	121,68	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=410,27221

Error: 29612,4410 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	866,53	3	99,35	A
1	985,89	3	99,35	A

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

ANEXO No. 18. CANTIDAD DE LEGUMINOSAS EN EL DISPONIBLE

Variable	N	R	R ² Aj	CV
DISP LEG (Kg/ha)	6	0,99	0,97	10,09

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1310011,73	3	436670,58	61,22	0,0161
BLOQUE	50622,6	2	25311,3	3,55	0,2198
TRATAMIENTO	1259389,12	1	1259389,12	176,57	0,0056
Error	14265,22	2	7132,61		
Total	1324276,95	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=246,60671

Error: 7132,6107 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	915,14	2	59,72	A
2	887,01	2	59,72	A
1	707,75	2	59,72	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=201,35354

Error: 7132,6107 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	1294,78	3	48,76	A
1	378,49	3	48,76	B

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

ANEXO No. 19. CANTIDAD DE MALEZAS EN EL DISPONIBLE

Variable	N	R	R ² Aj	CV
DISP MALEZAS (Kg/ha)	6	0,71	0,27	43,26

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	176319,58	3	58773,19	1,62	0,4043
BLOQUE	84422,96	2	42211,48	1,16	0,4628
TRATAMIENTO	91896,61	1	91896,61	2,53	0,2529
Error	72734,49	2	36367,25		
Total	249054,07	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=556,84693

Error: 36367,2455 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	273,94	2	134,85	A
1	509,31	2	134,85	A
2	539,16	2	134,85	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=454,66362

Error: 36367,2455 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	564,56	3	110,1	A
1	317,04	3	110,1	A

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

ANEXO No. 20. CANTIDAD DE GRAMINEAS EN EL REMANENTE

Variable	N	R	R ² Aj	CV
REM GRAM (Kg/ha)	6	0,87	0,67	12,09

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	60568,26	3	20189,42	4,32	0,1937
BLOQUE	6255,79	2	3127,89	0,67	0,5991
TRATAMIENTO	54312,47	1	54312,47	11,62	0,0763
Error	9349,38	2	4674,69		
Total	69917,64	5			

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=199,64436

Error: 4674,6904 gl: 2

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
1	530,62	2	48,35	A
2	557,7	2	48,35	A
3	608,52	2	48,35	A

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

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=163,00894

Error: 4674,6904 gl: 2

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2,00	660,75	3	39,47	A
1,00	470,47	3	39,47	B

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

ANEXO No. 21. GANANCIA DE PESO ANIMAL

Variable	N	R	R ² Aj	CV
Ganancia	20	0,28	0,19	15,54

Cuadro de Analisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	936,50	2	468,25	3,28	0,0625	
trat	202,20	1	202,20	1,42	0,2505	0,30
C06-sep	862,80	1	862,80	6,04	0,0250	
Error	2428,13	17	142,83			
Total	3364,64	19				

Test:LSD Fisher Alfa= 0,10 DMS=9,99108

Error: 142,8313 gl: 17

TRATAMIENTO	Medias	n	
1	71,31	5	A
2	78,80	15	A

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

ANEXO No. 22. BALANCE HIDRICO METOROLOGICO

Mes	P (mm)	ET	Coef.	ETP (ET*Coef.)	P - ETP	Alm.	Var. Alm.	ETR	Def.	Exc.
Agosto	116				116	100				16
Setiembre	126	98	0,61	60	65	100	0	126	0	65
Octubre	71	140	0,94	132	-61	54	-46	117	15	
Noviembre	39	172	1,25	215	-176	9	-45	83	132	

ANEXO No. 23. TRATAMIENTO 1 (Dactylis y Alfalfa). Diciembre 2010

