

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y DE CARNE EN TRES TIPOS DE MEZCLAS
FORRAJERAS DE PRIMER AÑO EN EL PERÍODO ESTIVO-OTOÑAL**

por

**Santiago Nicolás RODRÍGUEZ MUSA
Lucas Fabián TAQUE MACHADO
José Luis VIVANCO DOMINÍ**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2015**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha:

29 de mayo de 2015

Autor:

Santiago Nicolás Rodríguez Musa

Lucas Fabián Taque Machado

José Luis Vivanco Domini

AGRADECIMIENTOS

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

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

Especialmente a nuestras familias por el apoyo, la confianza y la paciencia que nos brindaron durante la carrera.

A la Lic. Sully Toledo por su colaboración en los aspectos formales de la presentación de la tesis.

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

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. <u>OBJETIVOS</u>	2
1.1.1. <u>Objetivos generales</u>	2
1.1.2. <u>Objetivos específicos</u>	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <u>CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA MEZCLA</u>	3
2.1.1. <u><i>Festuca arundinacea</i></u>	3
2.1.2. <u><i>Trifolium repens</i></u>	4
2.1.3. <u><i>Lotus corniculatus</i></u>	5
2.1.4. <u><i>Lolium perenne</i></u>	6
2.1.5. <u><i>Trifolium pratense</i></u>	7
2.1.6. <u><i>Dactylis glomerata</i></u>	8
2.1.7. <u><i>Medicago sativa</i></u>	9
2.2. <u>MEZCLA FORRAJERA</u>	10
2.2.1. <u>Enmalezamiento de las pasturas</u>	12
2.3. <u>MANEJO DEL PASTOREO</u>	13
2.3.1. <u>Aspectos fisiológicos del rebrote en las gramíneas</u>	13
2.3.2. <u>Objetivos del pastoreo</u>	15
2.3.3. <u>Frecuencia</u>	15
2.3.4. <u>Intensidad</u>	16
2.3.5. <u>Manejo del pastoreo</u>	17
2.3.6. <u>Manejo del pastoreo para maximizar la producción de forraje</u>	17
2.3.7. <u>Manejo estacional de las praderas</u>	18
2.4. <u>EFFECTOS DEL PASTOREO SOBRE LA PASTURA</u>	19
2.4.1 <u>Efectos sobre la persistencia</u>	19
2.4.2. <u>Sobre la calidad</u>	19
2.4.3 <u>Sobre la composición botánica</u>	21
2.4.4. <u>Selectividad animal</u>	21
2.5. <u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u>	22
2.5.1. <u>Efectos del pastoreo sobre el desempeño animal</u>	22
2.5.2. <u>Relación consumo-disponibilidad-altura</u>	22
2.5.3. <u>Estrés térmico</u>	23
2.5.4. <u>Producción de carne en verano</u>	24
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	25

3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES.....	25
3.1.1. <u>Lugar y período experimental</u>	25
3.1.2. <u>Descripción del sitio experimental</u>	25
3.1.3. <u>Antecedentes del área experimental</u>	26
3.1.4. <u>Información meteorológica</u>	26
3.1.5. <u>Tratamientos</u>	26
3.1.6. <u>Diseño experimental</u>	27
3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	28
3.2.1. <u>Variables determinadas</u>	28
3.3. HIPÓTESIS.....	30
3.3.1. <u>Hipótesis biológica</u>	30
3.3.2. <u>Hipótesis estadística</u>	30
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	31
3.4.1. <u>Modelo estadístico</u>	31
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	32
4.1. <u>DATOS METEOROLÓGICOS</u>	32
4.2. <u>PRODUCCIÓN DE FORRAJE</u>	34
4.2.1. <u>Forraje disponible</u>	34
4.2.1.1. <u>Cantidad de forraje disponible</u>	34
4.2.1.2. <u>Altura de forraje disponible</u>	36
4.2.2. <u>Forraje remanente</u>	37
4.2.2.1. <u>Altura de forraje remanente</u>	37
4.2.2.2. <u>Cantidad de forraje remanente</u>	38
4.2.3. <u>Composición botánica</u>	39
4.2.4. <u>Forraje desaparecido</u>	43
4.2.5. <u>Producción de materia seca</u>	45
4.3. <u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u>	48
4.3.1. <u>Ganancia de peso vivo por animal</u>	48
4.3.2. <u>Producción de peso vivo por hectárea</u>	52
4.4. <u>CONSIDERACIONES FINALES</u>	54
5. <u>CONCLUSIONES</u>	55
6. <u>RESUMEN</u>	56
7. <u>SUMMARY</u>	57
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	58
9. <u>ANEXOS</u>	66

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Forraje disponible promedio en kg/ha de MS para cada tratamiento.....	34
2. Altura del disponible promedio en centímetros para cada tratamiento.....	36
3. Altura del remanente promedio en centímetros para cada tratamiento.....	37
4. Forraje remanente promedio en kg/ha de MS para cada tratamiento.....	39
5. Composición botánica de los disponibles promedio para cada tratamiento.....	39
6. Forraje desaparecido promedio en kg/ha de MS para cada tratamiento.....	43
7. Tasa de crecimiento del forraje en kg/ha/día de MS para cada tratamiento, promedio del período experimental.....	45
8. Producción de forraje estacional en kg/ha de MS.....	47
9. Producción de forraje acumulado en kg/ha de MS durante el período experimental para cada tratamiento.....	48
10. Peso vivo promedio inicial y final para cada tratamiento.....	49
11. Ganancia media diaria en kg PV/animal/día y Oferta de forraje en kg MS/100 kg PV para cada tratamiento.....	49
12. Ganancia media diaria estacional por animal para cada tratamiento.....	51
13. Oferta de forraje en kg MS/100 kg PV estacional.....	51

Figura No.

1. Suelos potrero 32a.....	25
2. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental.....	27
3. Precipitaciones para el período experimental e histórico (1961-1990).....	32
4. Balance hídrico (PP – ETP) del período noviembre 2013 a mayo 2014.....	33
5. Temperatura media para el período experimental e histórico (1961-1990).....	34
6. Evolución en la composición botánica para la mezcla <i>Dactylis glomerata</i> y <i>Medicago sativa</i> durante el período experimental.....	41
7. Evolución en la composición botánica para la mezcla <i>Festuca arundinacea</i> , <i>Trifolium repens</i> y <i>Lotus corniculatus</i> durante el período experimental.....	42
8. Evolución en la composición botánica para la mezcla <i>Lolium perenne</i> y <i>Trifolium pratense</i> durante el período experimental.....	42
9. Utilización del forraje porcentual promedio del experimento para cada tratamiento.....	44
10. Evolución de la tasa de crecimiento en Kg MS/ha/día de las pasturas promedio y la temperatura promedio mensual durante el período experimental.....	46
11. Producción en kg de peso vivo por hectárea para cada tratamiento.....	52

1. INTRODUCCIÓN

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

Para enfrentar la falta de forraje en cantidad y calidad, la región cuenta con distintas alternativas, una de ellas es el reemplazo total de la vegetación hacia pasturas sembradas (Carámbula, 1993).

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

Es muy común el uso de mezclas forrajeras tipo multipropósito formadas por tres o cuatro especies complementarias, intentando una buena distribución estacional (Carámbula, 1991). También es necesario que estén formadas por gramíneas y leguminosas ya que ni las gramíneas solas, ni las leguminosas puras proveen una buena pastura (Carámbula, 2004).

La siembra de praderas mezclas surgió como forma de levantar las restricciones que presenta el campo natural para la producción ganadera, intentando suplir las deficiencias que este presenta en cuanto a calidad y cantidad de forraje producido (Carámbula, 1977).

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

Es importante conocer el comportamiento de las diferentes mezclas, en cuanto a producción de forraje y producción animal, y su evolución a lo largo de las estaciones del año, para poder discernir entre las distintas alternativas forrajeras a la hora de incluirlas en un sistema pastoril. Es por esto que en el presente trabajo se evalúan distintas mezclas forrajeras, las cuales tienen como componente especies invernales y estivales, gramíneas y leguminosas.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivos generales

El objetivo general del presente trabajo es evaluar la producción de forraje y animal sobre pastoreo, así como también evaluar la composición botánica de tres mezclas forrajeras de primer año durante el período estivo-otoñal. Una compuesta por *Festuca arundinaceae*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Otra por *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata*. Y una última mezcla compuesta por *Lolium perenne* y *Trifolium pratense*.

1.1.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos radican en:

- Medir y comparar la producción de forraje de las mezclas durante el verano y otoño de su primer año de vida.
- Evaluar la composición botánica de las mezclas utilizadas, en el período estivo-otoñal.
- Evaluar y comparar el desempeño animal, producción individual y por hectárea, sobre las diferentes mezclas en el período verano-otoño.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LAS MEZCLAS

2.1.1. *Festuca arundinacea*

Es una gramínea perenne con ciclo de producción invernal, de porte cespitoso. Posee buen comportamiento en suelos medios a pesados, se adapta muy bien a un amplio rango de suelos, tolerando suelos alcalinos y ácidos (Carámbula, 2007a).

Tiene un establecimiento muy lento y es vulnerable a la competencia con otras especies, su sistema radicular soporta bien el pastoreo incluso en época en que el terreno esta húmedo (Muslera y Ratera, 1984).

Presenta buena precocidad otoñal, rápido rebrote a fines de invierno y floración temprana (setiembre-octubre) (Carámbula, 2007a).

Esta especie puede soportar manejos de pastoreo intenso y frecuente. Pero manejos intensos prologados pueden comprometer su crecimiento, por lo que debe de ser utilizada de tal manera que no crezca mucho, ya que si pierde terneza, pierde digestibilidad y apetecibilidad y por lo tanto el animal la rechaza. Para ello se tendrá que utilizar pastoreo rotativo con alturas no mayores a 10-15 cm, tratándose con este manejo de que no se formen maciegas (Carámbula, 2010).

No presenta reposo estival, pero requiere un manejo cuidadoso en verano. Para favorecer la productividad y persistencia se debe insistir en un manejo a fines del invierno y primera mitad de la primavera que permita un buen desarrollo radicular previo al verano, para lograr una buena exploración radicular y extraer agua de horizontes más profundos (Carámbula, 2007a).

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

El cultivar utilizado en este trabajo es Ceres Typhoon, clasificado como de tipo continental sin latencia estival. Según la evaluación Nacional de cultivares llevada a cabo en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto, la producción

de forraje para el primer año fue de 2847 kg/ha de MS y 3227 kg/ha de MS con y sin pastoreo respectivamente. Para el segundo año fue de 2339 y 2406 kg/ha de MS (INASE, 2009). No hubo diferencias significativas por efecto del pastoreo en la producción acumulada de materia seca. Para los dos años evaluados la producción forrajera estuvo por encima del cultivar testigo (Tacuabé).

2.1.2. *Trifolium repens*

Es una leguminosa perenne estolonífera de ciclo invernal, aunque puede comportarse como anual, bienal o de vida corta, dependiendo de las condiciones del verano. Pero su mayor producción se registra en primavera. Normalmente no crece en verano (Carámbula, 2010).

El trébol blanco es usado en zonas donde las temperaturas del verano son moderadas y donde la falta de humedad del suelo no es limitante. Adaptándose de esta manera a suelos fértiles y húmedos y medianos a pesados, no tolerando suelos superficiales. De lo contrario sufre la falta de agua y muchas plantas pueden morir en el verano. Además, presenta bajo vigor inicial y establecimiento lento, y no tolera la sombra (Langer, 1981).

Esta especie posee cinco atributos muy positivos: porte rastrero, meristemas contra el suelo, índice de área foliar bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior y hojas maduras en el estrato superior. Esto le confiere una gran adaptación al manejo intenso y frecuente, generando altos rendimientos de materia seca. No obstante, bajo pastoreos muy intensos y frecuentes pierde su habilidad competitiva. La recuperación tras el pastoreo es sumamente rápida permitiendo una gran frecuencia de aprovechamientos. Cada rebrote nuevo se produce a partir de la yema terminal de los estolones y de las yemas ubicadas en las axilas de las hojas, las defoliaciones solo afectan generalmente a las hojas y pedúnculos florales no dañando casi nunca los puntos de crecimiento (Muslera y Ratera, 1984).

El trébol blanco no es de floración terminal por lo que aunque florezca el estolón sigue creciendo. Tiene la capacidad de persistir en forma vegetativa como también por semillas duras, condición muy valiosa que permite ocupar nichos vacíos en las pasturas (Carámbula, 2007b).

El establecimiento del trébol blanco suele ser lento, en mezclas con festuca y/o dactylis la competencia no es tan fuerte y la implantación es más fácil que en comparación a raigrás (Muslera y Ratera, 1984).

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

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

El cultivar manejado en el ensayo es Zapicán. Este es un trébol de hoja media a grande, de buen crecimiento invernal, de floración abundante y temprana, con una persistencia productiva promedio de tres años (García, 1995).

Según el catálogo realizado por INASE, en el período 2011 en el primer año se alcanzó una producción de 6308 kg MS/ha, 10577 kg/ha de MS en el segundo y 7495 kg/ha de MS en su tercer año, obteniendo un total de 24380 kg/ha de MS (INASE, 2013).

2.1.3. *Lotus corniculatus*

Es una leguminosa perenne estival. Presenta un sistema radicular pivotante profundo y se adapta a un rango muy amplio de suelos secos. Es una especie sumamente plástica, pudiendo presentar buen desarrollo tanto en suelos arenosos como en arcillosos. El mismo ofrece buen potencial de producción primavera-estivo-otoñal con posibilidades de producción a fines de invierno en cultivares tempranos (Carámbula, 2010).

El lotus se recomienda en suelos donde la alfalfa no prospera. Su resistencia a la sequía, su alto valor nutritivo y su persistencia, hacen de ella una especie muy recomendable para ser incluida en mezclas forrajeras (Formoso, 1993).

Esta especie normalmente se utiliza en pasturas de larga vida, en mezclas con gramíneas. Sin embargo, puede sembrarse en cultivos puros, ya que no produce meteorismo.

Con respecto al tipo de pastoreo, dicha especie se ve beneficiada con frecuencias de pastoreo de 20-25 cm e intensidades de no menos de 7,5 cm.

Por otro lado la resiembra y el rebrote a partir de la corona, se ve beneficiado con pastoreos intensos en otoño (Zanoniani y Ducamp, 2004).

El cultivar utilizado es San Gabriel, en Uruguay se caracteriza por presentar una capacidad continua de producción de forraje durante todo el año.

Evaluaciones realizadas por Formoso (1993) señalan para el cultivar San Gabriel, una distribución estacional de 40, 14, 10 y 36 por ciento de la producción, para verano,

otoño, invierno y primavera respectivamente, en el segundo año de vida. El menor potencial de producción en el invierno posiblemente esté explicado parcialmente por la ocurrencia de temperaturas infra-óptimas para la fotosíntesis neta y no por activación de mecanismos de latencia (Formoso, 1993).

Según el catálogo de INASE (2013), en la evaluación de cultivares llevada a cabo en la Estanzuela, la producción de forraje anual y acumulada de lotus San Gabriel fue de 3686 kg/ha de MS para el primer año (2011) y de 11347 kg/ha de MS para el segundo (2012), logrando un total de 15032 kg/ha de MS para los dos años.

2.1.4. *Lolium perenne*

Se trata de una gramínea perenne invernada, con hábito de crecimiento cespitoso. Su producción de forraje es máxima en suelos fértiles y bien drenados, y mínima en suelos arenosos. Es de fácil establecimiento, más macolladora y precoz que las otras gramíneas perennes invernadas (Carámbula, 2010).

Esta especie presenta una gran adaptación al pastoreo debido a su facilidad de rebrote, resistencia al pisoteo y alta agresividad. Desafortunadamente, las condiciones ecológicas que presenta Uruguay son limitativas para que este raigrás prospere o al menos lo hagan la mayoría de los cultivares disponibles. Sin embargo, con la avalancha de nuevos cultivares a nivel mundial se puede llegar a solucionar estos problemas. De ahí entonces que, por ahora en la práctica no hay mucho espacio para este raigrás, ya que presenta menores rendimientos y vida más corta que otras especies perennes invernadas (Carámbula, 2010).

Dado que esta especie presenta un comportamiento muy pobre durante el verano, debido a las exigencias de humedad, se la debe incluir como gramínea en una mezcla, el forraje disponible en esta época será desbalanceado a favor de las leguminosas asociadas en la mezcla. Por consiguiente, para lograr pasturas exitosas, es fundamental dotar al raigrás de un sistema radicular vigoroso y activo. Para conseguir dicho objetivo en verano, se debe comenzar con el manejo desde el verano anterior (Carámbula, 2010).

El crecimiento de los sistemas radiculares será tanto menor cuanto más maltratadas hayan sido las plantas por sobrepastoreo en invierno. En estas circunstancias se impide la acumulación de reservas en los órganos más precoces, y además se altera el microambiente por la acción física del pisoteo sobre la parte aérea de las plantas (enterrado) y sobre la parte subterránea (compactación, falta de aireación y menor infiltración del agua) (Carámbula, 2007b).

No obstante, de todas maneras, se debe comprender que en los ambientes sin limitantes, ciertas mezclas poseen atributos excelentes, dado que a las bondades del

raigrás perenne se adiciona el de la leguminosa asociada en la mezcla forrajera, funcionando bien con el trébol rojo (Carámbula, 2010).

Para este trabajo se evalúa *Lolium perenne* cv. Base, de la empresa semillerista KWS. Dicho cultivar tetraploide, originario de Nueva Zelanda, presenta endófitos benéficos, que le confieren a la planta, alta tolerancia al déficit hídrico y gran resistencia a pastoreos intensos, así como tolerancia a varias especies plagas de su país de origen (Dament, 2013).

Cabe aclarar que dicho cultivar actualmente no se encuentra disponible comercialmente.

2.1.5. *Trifolium pratense*

Leguminosa bienal invernada, pudiéndose comportar como trienal y aún como perenne. Presenta un crecimiento aéreo muy ramificado, semierecto, que surge de una corona situada por encima de la superficie del suelo y una raíz pivotante (Langer, 1981).

Requiere suelos promedialmente fértiles de texturas medias y pesadas con buena profundidad, pero bien drenados. Esta especie tiene muy buen vigor inicial y rápido establecimiento (Carámbula, 2007b).

Aporta siempre forraje temprano debido a su muy buena precocidad, pero debe considerarse que se trata de una especie de vida corta debido a la presencia de enfermedades y a su baja resiembra natural. Produce altos volúmenes de forraje en el primer año, esta característica compensa su vida corta y justifica su inclusión en mezclas para pasturas permanentes, las cuales generalmente no son muy productivas en el primer año y principios del segundo. A raíz de que su manejo de defoliación es similar al de alfalfa se adapta más a pastoreos rotativos o cortes que a pastoreos continuos. Para pastoreos se recomienda siempre sembrarla asociada a una gramínea como *Lolium multiflorum*, cualquiera sea su ciclo, anual o bienal. De esta manera se controlara mejor el alto poder meteorizante de esta especie, así como su actividad estrogénica, como consecuencia de su riqueza en isoflavonas (Muslera y Ratera, 1984). Se destaca su alto valor nutritivo, principalmente en estado vegetativo (Carámbula, 2007b).

Dentro de la especie se definen dos grupos contrastantes de cultivares respecto a su grado de latencia invernada. Los cultivares con latencia invernada, tienen una instalación notoriamente más lenta y menor producción en el invierno. Por otra parte su curva de crecimiento presenta un pico de producción más tardío, hacia la primavera-verano. Los tipos con latencia presentan una menor tendencia a la elevación de los tallos, por lo que son de mayor hojiosidad y entregan el forraje a menor altura. Por otro lado los cultivares sin latencia invernada tipo ESTANZUELA 116, que fue el utilizado en este trabajo, no

tienen un reposo marcado como los anteriores en invierno y tienen un crecimiento a fin de invierno más rápido, a la vez que florecen más temprano (INASE, 2013).

Según el catálogo de INASE (2013), la producción de forraje anual y acumulada es de 6850 y 8183 kg/ha de MS en el 1° y 2° año respectivamente. Lográndose un total de 15033 kg/ha de MS.

2.1.6. *Dactylis glomerata*

Especie perenne invernada, cespitosa. También es conocido como “pasto ovillo” y “pasto azul”. Las hojas son de color apagado o verde azulado, presenta una nervadura central prominente (Langer, 1981).

Se caracteriza por formar matas individuales ya que no produce rizomas ni estolones y forma un tapiz abierto con matas definidas. Se trata de una especie moderadamente resistente a los fríos, y que produce bien aun con temperaturas elevadas, siempre que disponga de humedad suficiente (Carámbula, 2007b).

Según García (1995), se adapta bien a una gran variedad de suelos y diferentes texturas, desde pesadas hasta arenosas, aunque su mejor performance se da en suelos de texturas medias. Crece bien en suelos livianos de fertilidad media, pero se desarrolla mejor en suelos francos de buena fertilidad. Resiste bastante bien a la acidez y se destaca por su tolerancia a la sombra, lo cual permitiría desarrollarse bien en siembras asociadas.

Esta gramínea posee un sistema radicular muy superficial, por lo que 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. De esta forma se favorecerá la persistencia de la especie durante el verano, ya que al igual que la festuca, no posee mecanismos de latencia y sus sistemas radiculares permanecen activos a lo largo de casi todo el año (Carámbula, 2007b).

Como todas las especies forrajeras, la producción total anual y estacional depende del manejo del pastoreo. En una pastura mixta el manejo durante todo el año, de frecuencia 18 cm e intensidad 7 cm, registra el mayor rendimiento anual de la pastura, en este caso particular un manejo otoñal de frecuencia 7,5 cm e intensidad de 2,5 cm aproximadamente se favoreció el dactylis ya que disminuyó la competencia de otras especies componentes de la pastura (Brougham, citado por Langer, 1981).

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

a pasturas mezcla ya que es poco agresiva lo cual permite con un manejo apropiado de la leguminosa que lo acompañe obtener una pastura balanceada (Carámbula, 2007a).

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

Según la evaluación de cultivares de Estanduela sembrados en 2011, el cultivar INIA Perseo, registró producciones de 8409, 13635 y 10961 kg/ha de MS para su primer, segundo y tercer año de vida respectivamente (INASE, 2013).

2.1.7. *Medicago sativa*

Se trata de una leguminosa perenne, de ciclo estival. Su hábito de crecimiento es erecto a rastrero dependiendo del cultivar. Presenta cualidades excelentes, por sus altos rendimientos en cantidad y calidad de forraje, por su carácter mejorador de suelos y restaurador de fertilidad en las rotaciones, así como por su adaptación satisfactoria en regiones muy diversas (Carámbula, 2007b).

Con frecuencia se siembran otras especies de leguminosas y gramíneas en mezcla con la alfalfa. La alfalfa para pastoreo, cultivada sin gramíneas, puede producir empaste en los rumiantes; por lo cual cuando la alfalfa se destina a pastoreo, en la siembra se debe mezclar una gramínea vigorosa y palatable. Las raíces de las gramíneas también resisten más la erosión del suelo y decaen con menos rapidez que las de la alfalfa, de modo que no deben faltar cuando existe la posibilidad de erosión (Hanson, 1972).

El sistema radicular de la alfalfa consta de una raíz principal que penetra en el suelo si se dan las condiciones 7-9 m o más. Sin embargo no es raro que el sistema radicular se encuentre extremadamente ramificado, la masa de raíces disminuye logarítmicamente en la medida que descendemos en el perfil del suelo, encontrándose el 60-70% de la masa total de las raíces en los primeros 15 cm de suelo. El pH del suelo es un factor muy importante que afecta el crecimiento de esta especie, afectando de forma directa la fijación simbiótica de N y la disponibilidad de elementos esenciales (Heichel, citado por Barnes y Sheaffer, 1995).

La corona es una región compleja que es la principal fuente de reservas para la regeneración una vez que la planta ha sido pastoreada. En general, existe una secuencia rítmica en la actividad de las yemas en donde el crecimiento de los nuevos tallos comienza en la base de la planta cuando el cultivo ha alcanzado un cierto grado de madurez que coincide con la aparición de flores jóvenes (Langer, 1981).

En cuanto al manejo de 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. Otro aspecto importante a recordar es que los pastoreos severos temprano en la primavera, reducen sustancialmente la producción posterior y favorecen la expansión rápida de las malezas (Carámbula, 2010).

La alfalfa 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, entrado el verano con condiciones climáticas menos favorables su comportamiento se hace más variable, dependiendo en especial de la profundidad del suelo y de las reservas de agua del mismo. 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, 2010).

Los cultivares de alfalfa difieren en su capacidad de producción en invierno (latencia invernal), siendo éste un carácter de grados y no una condición absoluta. Los cultivares se agrupan en tres categorías de latencia (de mayor a menor detención del crecimiento en invierno: con latencia; latencia intermedia y sin latencia). La latencia invernal, constituye una adaptación de la especie para sobrevivir a la condición adversa del invierno, lo que es de mayor importancia en zonas climáticas con inviernos más rigurosos que los nuestros (INASE, 2012).

El cultivar utilizado para este experimento es Estanzuela Chaná, el cual presenta latencia intermedia. El mismo es una selección de alfalfares de origen italiano. Se caracteriza por sus plantas de porte erecto, tallos largos, de reposo invernal corto y floración poco profusa, que se extiende desde noviembre hasta marzo inclusive. Este cultivar se destaca por tener buena productividad durante todo su ciclo de crecimiento, pudiendo producir hasta el 50% del forraje total en verano. Su vida productiva alcanza cuatro años cuando se siembra en suelos adecuados y el manejo de defoliación se realiza respetando el ciclo de reservas de la planta. Los pastoreos frecuentes reducen su persistencia. Acompaña muy bien a cebadillas y a dactylis en densidades adecuadas para no generar competencia. La producción de forraje anual y acumulado del ensayo de alfalfa Chaná, sembrado en el año 2011 es de 3641, 13437 y 12848 kg/ha de MS para primer, segundo y tercer año respectivamente, obteniéndose un total de 29983 kg/ha de MS en los tres años (INASE, 2013).

2.2. MEZCLA FORRAJERA

Según Carámbula (2010), una mezcla forrajera es una población artificial formada por varias especies con diferentes características tanto morfológicas como

fisiológicas. Como resultado de esta asociación artificial de especies y de los atributos de cada una de ellas en particular, se produce un proceso complejo de interferencias que puede conducir a alguno de los siguientes resultados: mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio y por último falta total de interferencia. Es decir, se pueden considerar dos tipos diferentes de interacciones entre las especies que componen la mezcla forrajera: la interferencia competitiva y la no competitiva. De ahí que, para que una mezcla sea eficiente se debería tener en cuenta determinadas pautas para que se registre la menor interferencia posible entre las especies componentes.

Para esto se tendrá que conciliar entre otros:

- Sistemas radiculares de diferente extensión y profundidad.
- Tipos de crecimiento aéreo distribuidas en distintos horizontes.
- Períodos de crecimiento similares o no según ciclo de producción esperado.
- Exigencias contrastantes de nutrientes.
- Requerimientos de manejo de pastoreo lo más similares posibles, etc.

Algunos autores sostienen que no existen evidencias que las mezclas sean ventajosas para alcanzar mejores rendimientos que los mismos cultivos puros (Donald, 1963). Otros indican que una combinación de especies forrajeras y/o cultivares debería ser más eficientes para utilizar los recursos ambientales disponibles, que cada especie o cultivar sembrado individualmente (Jones et al., Rhodes, Harris y Lazenby, citados por Carámbula, 2007a).

Pero según Blaser (1960), las mezclas presentan una serie de características de gran importancia. Primero se puede afirmar que en las mezclas, 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.

Y según Rovira (2008), el objetivo básico de una mezcla es lograr una mayor producción de forraje y de mejor calidad que el tapiz preexistente y también disminuir la estacionalidad de la oferta de alimentos.

Las mezclas se pueden clasificar en ultras simples, mezclas simples y mezclas complejas. Las mezclas ultra simples están formadas por una gramínea y una leguminosa, ambas de ciclo invernal o ambas de ciclo estival. Las mezclas simples están formadas por mezclas ultra simples más una gramínea o leguminosa de ciclo complementario (Carámbula, 2010).

Según Langer (1981), con 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.

Las mezclas complejas están formadas por gramíneas y leguminosas del mismo ciclo (ciclos similares) o por dos gramíneas y dos leguminosas de diferente ciclo (ciclos complementarios) (Carámbula, 2007a). Langer (1981), agrega que en la práctica, las mezclas complejas son de difícil establecimiento y manejo. Es virtualmente imposible proveer condiciones de establecimiento y manejo óptimo para todas las especies y algunas desaparecen pronto.

En una mezcla, las gramíneas aportan: a) productividad sostenida por muchos años, b) adaptación a gran variedad de suelos, c) facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuadas, d) explotación total del nitrógeno simbiótico, e) estabilidad en la pastura (en especial si son perennes), f) baja sensibilidad al pastoreo y corte, g) baja susceptibilidad a enfermedades y plagas, y h) baja vulnerabilidad a la invasión de malezas (Carámbula, 2010).

Las leguminosas por su parte, se ofrecen como: a) dadoras de nitrógeno a las gramíneas, b) poseedoras de alto valor nutritivo para complementar la dieta animal, y c) promotoras de fertilidad en suelos naturalmente pobres, así como cansados y degradados por un mal manejo (Carámbula, 2010).

Al respecto, se debe recordar que cuantas más especies contiene una mezcla, tanto más difícil es mantener el balance deseable entre sus componentes. Diferentes condiciones de suelo, fertilidad y pastoreo llevan indefectiblemente a la dominancia de ciertas especies en detrimento de otras, con la consecuencia lógica final del desarrollo de mezclas simples o cultivos puros (Carámbula, 2010).

En este experimento se trabaja pastoreando dos mezclas ultra simples, por un lado raigrás y trébol rojo, ambas de ciclo invernal; y otra de alfalfa y dactylis, de ciclo estival e invernal respectivamente. La tercer mezcla pastoreada se clasifica como simple (festuca, trébol blanco y lotus corniculatus).

Según Carámbula (2010), al reunir en una mezcla especies con características similares y bien adaptadas al ambiente en que crecerán, se logrará el máximo aprovechamiento de cada una de ellas, siempre que se use el sistema de manejo apropiado.

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 (Carámbula, 2010).

2.2.1. Enmalezamiento de las pasturas

Según Giménez y Ríos (1992), las malezas son plantas muy competidoras y capaces de dominar grandes áreas, excluyendo a otras plantas. Dichas malezas se

caracterizan por aprovechar eficientemente los recursos que el medio les ofrece; generalmente presentan un ciclo corto, con un rápido establecimiento y crecimiento.

Uno de los factores que afectan la estabilidad de las praderas y por lo tanto su persistencia son las malezas. El grado de enmalezamiento en el primer año de vida, no solo afecta negativamente la producción, sino que además dificulta el manejo del pastoreo y repercute en su longevidad y estabilidad, provocando una persistencia productiva corta. El grado de enmalezamiento es mayor cuanto menos precoces son las especies incluidas en las mezcla, más largo es el período de reposo de las mismas, más secos son los veranos y menor es el porcentaje de gramíneas de las mismas. La autodefensa de la pastura será mayor cuando esté formada con especies de ciclo complementario. Por otra parte, mientras en los primeros años de vida de una pastura tienden a dominar las malezas anuales agresivas, posteriormente, las malezas perennes van adquiriendo mayor importancia en el correr de los años. Las especies forrajeras sembradas difieren en cuanto a la susceptibilidad para ser dominadas por la competencia que les pueden ejercer las malezas, particularmente cuando aquellas se encuentran en estado de plántula (Giménez y Ríos, 1992).

Moliterno (2000) determinó que las mezclas con especies precoces presentaron menor grado de enmalezamiento que aquellas mezclas formadas por especies perennes.

En el estado de plántulas, la principal competencia es por luz, mientras que el estado de planta adulta se compite más por agua y nutrientes. Al respecto, si bien muchas malezas son muy competitivas en el estado de plántulas (malezas arrosetadas de rápido crecimiento), otras en este mismo estadio de desarrollo pueden ser muy pobres competidoras (como las malezas erectas de lento crecimiento) (Carámbula, 2010).

2.3. MANEJO DEL PASTOREO

2.3.1. Aspectos fisiológicos del rebrote en las gramíneas

Un objetivo primario en el manejo de las pasturas es la máxima producción de materia seca digestible y proteína por hectárea y por estación de crecimiento a partir de las plantas que son desfoliadas periódicamente por pastoreo o por corte. Durante el desarrollo de un tapiz de gramíneas, los macollos están continuamente emergiendo, creciendo y muriendo a velocidades que difieren apreciablemente dependiendo de las condiciones ambientales y del estado de desarrollo.

Alcock (1964) cita tres conceptos para explicar la respuesta de las pasturas a la defoliación:

- 1- La cantidad y reutilización de los carbohidratos de reserva.
- 2- El efecto en el crecimiento de las raíces.

3- El desarrollo del área foliar y la intensidad de luz.

Hay evidencia de que las hojas jóvenes fotosintetizan más activamente que las hojas viejas, bajo un mismo ambiente y que la intensidad de los “vertederos”, tales como el desarrollo de meristemas intercalares en las macollas alargándose, puede afectar la velocidad de fotosíntesis. Las respuestas parecen ser diferentes de acuerdo con la disposición de las hojas jóvenes y viejas. En las gramíneas, donde la mayoría de las hojas jóvenes activas, están ubicadas en la parte superior de la pastura, y la absorción de luz por unidad de superficie foliar es menor, la defoliación remueve una alta proporción de follaje más activo.

Según Langer (1981), el sistema más efectivo de defoliación, si es que se puede esquematizar, sería aquel que remueve las hojas inmediatamente después que éstas hayan alcanzado su tamaño máximo. Por otro lado, en pasturas de tréboles, las hojas jóvenes, aparecen desde la base de plantas, y crecen pasando a través de las hojas viejas, las cuales están interceptando la mayoría de la luz en la parte superior de la pastura. La defoliación parcial, puede entonces llevar a un aumento en la velocidad de producción de materia seca. El pastoreo, es siempre una forma ineficiente de cosechar el forraje, y lleva a pérdidas del 40 al 50 % del forraje producido. El comportamiento general del macollaje es poco afectado por la época o frecuencia del corte.

En las especies inducidas a florecer por bajar temperaturas y/o días largos, el corte después de la emergencia de inflorescencias y cortes subsiguientes poco frecuentes, parecen aportar los rendimientos más altos, los cortes necesitan ser lo suficiente frecuentes como para evitar pérdidas por descomposición y envejecimiento de tejidos (Langer, 1981).

En pasturas formadas por varias especies, particularmente por pasturas mixtas de gramíneas y leguminosas, a menudo se obtienen rendimientos altos con cortes más severos y frecuentes que en pasturas puras (Alcock, 1964). La defoliación frecuente favorece la especie más postrada (Brougham, 1956), posiblemente debido a una mejor disponibilidad de luz (Blackman, citado por Langer, 1981).

En asociaciones formadas por múltiples especies, la frecuencia e intensidad de defoliación, debe ser dirigida en forma tal, que mediante el manejo podamos mantener las diferentes especies en las proporciones adecuadas; ya sea hacia la producción en las estaciones siguientes o hacia la obtención del máximo rendimiento en determinada época.

2.3.2 Objetivos del pastoreo

Según Smetham (1981), un buen manejo del pastoreo tiene dos objetivos principales, producir la máxima cantidad posible de forraje de la mejor calidad y asegurar que la mayor cantidad de alimento producido sea consumido por el animal en pastoreo. Un buen manejo implica la combinación exitosa de dos sistemas biológicos muy diferentes pero interdependientes, plantas y animales. En otras palabras, el manejo del pastoreo debe ser dirigido a mantener las condiciones ideales para que la pastura produzca el máximo de forraje con el mínimo de pérdidas de recursos naturales, favoreciendo a la vez el mejor comportamiento animal (Carámbula, 2004).

Un buen manejo no significa que se deban aplicar las mismas técnicas todo el año, sino que se deben tener en cuenta las variaciones climáticas y los cambios morfofisiológicos de las especies (Carámbula, 1991).

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

Durante el estado vegetativo, cada pastoreo o corte que se realice afecta la entrega de forraje de la pastura a través de dos factores que normalmente tienen efectos opuestos; frecuencia e intensidad (Carámbula, 2007b).

2.3.3. Frecuencia

Con referencia al número de pastoreos o cortes (frecuencia de cosecha), si bien cada especie tiene un período de crecimiento limitado, cuanto mayor es la frecuencia de utilización, menor es el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos y por lo tanto menor será la producción de forraje de cada uno de ellos. Se puede definir el tiempo entre dos pastoreos sucesivos mediante la altura disponible del forraje al ingreso de los animales (Carámbula, 2010).

Para Hodgson (1990), la altura de la pastura es el indicador más útil para los propósitos de manejo, siendo esta la variable más simple para predecir la respuesta, tanto de la pastura como del animal.

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 demarcado en teoría por el IAF

óptimo. Así, en pasturas con IAF óptimos bajos, como aquellos dominantes por tréboles, es posible realizar un aprovechamiento más intenso con defoliaciones más frecuentes que en pasturas dominantes por leguminosas o gramíneas erectas. Dada la dificultad, para determinar en la práctica el IAF óptimo para cada pastura, es posible que con alturas de alrededor de 25 cm se pueda realizar en general un buen aprovechamiento del forraje producido, ya que en dicha altura, la pastura se encontrará en plena etapa de crecimiento intermedio o sea en el tramo de crecimiento y de rebrote rápido (Carámbula, 2007b).

2.3.4. Intensidad

Con referencia a la biomasa cosechada en cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha), el mismo está dado por la altura de rastrojo al retirar los animales, lo que no solo afecta el rendimiento en cada defoliación, sino que condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total de la pastura. En este sentido, la mayor intensidad tiene una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado, pero negativa en la producción de forraje siguiente. En todos los casos es muy importante que el rastrojo que se deje sea realmente fotosintéticamente eficiente (Carámbula, 2004).

Como bien se sabe, cada especie posee una altura mínima a la cual puede dejarse el rastrojo sin que el crecimiento posterior sea afectado desfavorablemente. Así, las especies postradas admiten una altura menor que las especies erectas. Como recomendación general, las especies postradas pueden ser pastoreadas en promedio hasta 2,5 cm, y las erectas entre 5 a 7,5 cm. Es evidente que un manejo severo continuo, puede llevar no solo a una reducción drástica en el vigor de las plantas por bajas reservas, áreas foliares remanentes escasas y efectos negativos sobre puntos de crecimiento, sino además, conducir a sistemas radicales pocos desarrollados. Las diferentes intensidades de pastoreo generan cambios en la disponibilidad y en la estructura del forraje ofrecido a los animales. Altas intensidades de pastoreo generan pasturas más tiernas, con mayor proporción de hojas y tallos tiernos, determinando un mayor aprovechamiento del forraje, en tanto que con bajas intensidades de pastoreo se logran pasturas con tallos más desarrollados con menor proporción de hojas (Zanoniani et al., 2006).

Saldanha et al. (2010) agregan que la intensidad de pastoreo afecta la densidad de macollos como de plantas, el número de macollos y sobre todo el peso de los mismos. Si bien es cierto que el rebrote de una pastura en estado vegetativo es afectado por la frecuencia e intensidad de los pastoreos o cortes realizados previamente, resulta difícil describir ambas variables en términos de niveles óptimos de manejo, debido a las interacciones que existen entre ellas y las condiciones ambientales reinantes (Brougham, 1956).

Los efectos del manejo de defoliación, varían con la estación del año y con las características morfofisiológicas de cada especie y/o cultivar (Formoso, 1995). Por lo

tanto el manejo de las frecuencias e intensidades de pastoreo, debería ser diferencial en función de las distintas estaciones, así como de los períodos de descanso para semillazón y/o regeneración natural, todo ello relacionado con las condiciones climáticas (Carámbula y Terra, 2000).

El impacto de la frecuencia no solo será sobre el comportamiento en una estación sino también sobre la persistencia de la pastura (Formoso, 1995).

2.3.5. Manejo de pastoreo

La defoliación con pastoreo es un método muy eficiente para mantener el equilibrio entre los componentes de una mezcla, permitiendo un control estricto sobre la disponibilidad de luz para las diferentes plantas, la que varía entre especies, dependiendo de la arquitectura, del hábito de crecimiento, y de disposición de sus hojas. A un mismo índice de área foliar, las leguminosas interceptan más luz que las gramíneas, las proporciones de las distintas forrajeras varían según la intensidad del pastoreo (Harvis y Brougham, citados por Carámbula, 2004).

Desequilibrios en la composición botánica llevan a pérdidas en la producción de materia seca. El diferente comportamiento entre gramíneas y leguminosas, da origen a los distintos estratos de una pastura, a diferentes disponibilidades de luz. Con defoliaciones frecuentes, la mayoría de las leguminosas se ven favorecidas, ya que con áreas foliares pequeñas absorben más energía que las gramíneas (Carámbula, 2010).

Johnston-Wallace, citado por Voisin (1962), demostró que el manejo a través de pastoreos o cortes efectuados con diferentes frecuencias, pueden conducir a una mezcla a composiciones florísticas completamente diferentes.

2.3.6. Manejo de pastoreo para maximizar la producción de forraje

Según Carámbula (2010), los períodos de tiempo de descanso de una pastura son variables según la estación del año que se considere, y se podría decir que el tiempo requerido entre dos pastoreos para producir la misma cantidad de forraje es el doble en invierno y verano que en otoño y primavera. Además de la época del año, existen otros factores que influyen en el tiempo sin pastoreo, tales como la fertilidad del suelo, la etapa de desarrollo de la pastura, ya sea vegetativo o reproductivo.

En el crecimiento de una pastura después de haber sido pastoreada se puede distinguir tres etapas, la primera de crecimiento lento, la siguiente de crecimiento rápido y una final de escaso crecimiento. Los tiempos de descanso de la pastura, es decir, sin pastorear, correspondiente a la primera etapa de crecimiento resultan demasiado cortos por lo que produce baja cantidad de forraje. Por lo tanto cuando se deja crecer la pastura hacia la etapa intermedia, si bien requiere más tiempo, la productividad obtenida es

mayor. Por lo tanto, la pastura debe ser mantenida como regla general, en el tramo de crecimiento de rebrote rápido. En dicho tramo se obtiene una alta eficiencia fotosintética de las hojas jóvenes formadas a plena luz; y la cosecha de las mismas por los animales impide la acumulación de hojas viejas y senescentes (Parsons et al., 1983).

Manteniendo la pastura en este tramo, alcanzando un disponible de 1,5-2,0 t/ha de MS, no solo se logra una mayor producción de forraje, sino que también se logra una mayor persistencia de la pastura y un control más eficiente de malezas y gramilla. Todo lo contrario sucede cuando se ingresa al pastoreo con disponibles de 0,5-1,0 t/ha de MS. En caso de efectuarse el pastoreo durante la primera etapa de crecimiento, se obtiene una baja disponibilidad de forraje, pero de alta calidad. Por el contrario, si se espera hasta la tercera etapa de crecimiento para pastorear, se alcanza una alta disponibilidad, pero de baja calidad, lo que disminuye la digestibilidad y proteína de la pastura. Fuera de estos extremos, se presentan innumerables situaciones intermedias (Parsons et al., 1983).

2.3.7. Manejo estacional de las praderas

Este trabajo con diferentes mezclas forrajeras abarca dos estaciones del año, verano y otoño. Según Carámbula (1977), para la primera, las praderas deben ser pastoreadas con la máxima prudencia y deberán presentar siempre áreas foliares importantes. Buena cobertura del suelo y buenos sistemas radiculares. Esto permitirá hacer un uso más apropiado de la luz, que en esta época ofrece una gran potencialidad para producir forraje, así como un control y uso más eficientes del agua. También se podrán mantener menores temperaturas e intensidades de luz a nivel del suelo. Algunas especies invernales entran en reposo debido a las temperaturas altas del suelo y no crecen aunque dispongan de cantidades importantes de humedad.

Durante esta época crítica, es normal la aparición de períodos con carencias más o menos acentuadas de humedad que podrán ser sobrellevadas por las plantas, siempre que estas hayan desarrollado sistemas radiculares amplios durante su ciclo vegetativo y que permanezcan con áreas foliares remanentes altas luego de cada pastoreo. Resumiendo, en verano se podrán realizar pastoreos en forma controlada, tratando de mantener en plena actividad y con gran eficiencia las áreas foliares producidas en esta época. Un pastoreo exagerado en dicha época provoca serios inconvenientes en los rebrotes y producción de forraje durante otoño e invierno (Carámbula, 1977).

En lo que refiere al otoño, un pastoreo exagerado puede hacer peligrar el rendimiento futuro de la pradera por debilitamiento y muerte de plantas, ya que se elimina gran parte del tejido fotosintetizante e impide a las plantas acumular reservas. Por el contrario, un pastoreo muy aliviado puede llevar también a desperdicio de forraje y muerte de macollas. Si se permite crecer en exceso el forraje temprano en otoño, la cobertura vegetal reduce la cantidad de luz recibida por los puntos de crecimiento y

primeras hojas de las macollas nuevas, reduciendo el macollaje. En esta época del año las praderas son extremadamente sensibles a los pastoreos intensos porque es el momento en que se recuperan del período crítico estival. En esta estación se manifiestan las mayores ventajas de los pastoreos livianos y controlados (Carámbula, 1977).

2.4. EFECTOS DEL PASTOREO SOBRE LA PASTURA

2.4.1. Efectos sobre la persistencia

El manejo del pastoreo es uno de los factores que afecta con mayor intensidad la persistencia de la pastura. Hughes y Jackson (1974), han estudiado el efecto del pastoreo considerando el distinto potencial que presenta una pastura en diferentes áreas, observándose normalmente que existen zonas contrastantes que van desde severamente pastoreadas hasta pastoreos muy livianos, lo que afecta la persistencia de diversas maneras.

Para entender la incidencia del pastoreo en la persistencia, particularmente de las leguminosas, es necesario conocer primero que nada, la morfología y ecología de cada una de estas especies (Kretschmer, 1989).

Por otro lado, si la defoliación por parte de los animales se realiza teniendo en cuenta las recomendaciones establecidas para cada especie y circunstancia, dicha práctica no sería capaz de producir inconvenientes serios por sí mismo. Por el contrario, otros factores asociados serían los responsables de provocar efectos nocivos sobre las pasturas, entre los cuales se encuentran el pisoteo, el pastoreo selectivo, el traslado de fertilidad, entre otros. Los mismos deben ser tenidos en cuenta a la hora de manejar una pastura de forma tal que no se perjudique su persistencia (Hay y Hunt, 1989).

El pisoteo causa compactación y desagregación, la primera afecta el crecimiento de las raíces provocando una disminución de los rendimientos (Federer et al. 1961, Bryan et al. 1972); mientras que la segunda genera pérdidas por erosión (Carámbula, 1977). Estas variables se incrementan más aun cuando condiciones ambientales negativas (sequía, altas temperaturas, excesos hídricos, etc) interaccionan sobre la pastura. En situaciones generales, donde se aplican manejos de pastoreo muchas veces incorrectos con estas condiciones ya mencionadas, se producen escenarios complejos, tornándose crítico el manejo (Carámbula, 2010).

2.4.2. Efectos sobre la calidad

Las formas más importantes para medir la calidad de una pasturas, son por un lado la digestibilidad, y por otro, el contenido de nutrientes que esa pastura puede aportar (Langer, 1981). En primer lugar, la digestibilidad, se ve afectada por la

proporción de componentes celulares de las plantas, entre los que se encuentran los carbohidratos solubles, la hemicelulosa y la celulosa, y la lignina, esta última incapaz de ser digerida por el animal (Langer, 1981).

Mientras que las plantas se encuentran en estado vegetativo, las variaciones en la pastura son mayores en cantidad que en calidad. En este período, la digestibilidad de los tallos es bastante similar a la de las hojas, luego en la etapa reproductiva la misma decae significativamente (Carámbula, 2010). Según Langer (1981), esta disminución es causada por un aceleramiento de la lignificación de las paredes celulares, en las gramíneas comienza cuando los tallos reproductivos inician a alargarse. Para evitar dicho descenso se deberá entonces pastorear con una alta carga y con las categorías apropiadas. También se propone la pasada de una rotativa o una segadora antes de los pastoreos intensos de primavera. Se debe tener presente que en dicho estado, cuando se busca alcanzar una alta calidad, siempre va acompañada de una disminución de la producción de forraje, por lo que se debe buscar un balance entre ambas variables (Carámbula, 2010).

Según Carámbula (2010), la calidad de una pastura depende de la etapa de desarrollo, de la relación hoja-tallo, de la cantidad de restos secos y de la composición química de las fracciones involucradas.

Uno de los factores intrínsecos más importantes que afectan a la pastura, es el pastoreo. Para que una pastura mantenga una alta calidad, debe cumplirse un pastoreo que favorezca la persistencia de un alto porcentaje de hojas a lo largo de todo el año. Debido a que la presencia de hojas en la pastura está relacionado con bajo contenido de pared celular (tallos), de esta forma obtendremos una pastura con una digestibilidad que va entre el 65 y 75 % (Munro y Walters, 1985).

Otra de las variables encontradas que nos permite medir la calidad de una pastura, es el valor nutritivo y el mismo se puede medir como la capacidad de la misma de aportar nutrientes a los animales. Las diferencias en valor nutritivo que existe entre gramíneas y leguminosas, se encuentran en su composición química, en el nivel de consumo por parte de los animales, en la utilización de nutrientes a nivel digestivo y metabólico. Si bien, desde el punto de vista del contenido de nitrógeno, las gramíneas pueden tener entre 3% en una gramínea tropical y muy madura hasta más de 30% en una pastura muy tierna y fertilizada, las leguminosas presentan niveles superiores en nitrógeno, como también en minerales (Church, 1984).

Por otro lado, según Langer (1981), tanto en las gramíneas como en las leguminosas, existe una relación inversa entre el contenido de proteína y el de fibra.

El contenido de pared celular de las leguminosas es menor (pero más lignificado), cuando comparamos ambas especies en igual estado de madurez (Church, 1984).

2.4.3. Efectos sobre la composición botánica

El equilibrio entre las especies que componen una pastura mezcla depende de una serie de factores que en muchos casos actúan de forma opuesta. Tal es el caso de la densidad de siembra de cada especie, el suministro de nutrientes, los métodos de manejo y utilización de forraje. También existen otros elementos como las condiciones climáticas, que son impredecibles y no se pueden controlar y que influyen de manera notable en la composición botánica de la pastura (Carámbula, 2010).

De acuerdo con Holmes (1989), cuando dominan las gramíneas, el consumo es de 2,4 a 2,6 % del peso vivo, mientras que con leguminosas este puede alcanzar un 3%. Esto confirma que la inclusión de leguminosas puede conferir muy buenos beneficios en la performance animal, siempre y cuando se controle el meteorismo.

En cuanto a la fertilidad, factor mencionado anteriormente, este afecta en forma directa el equilibrio gramíneas-leguminosas, obteniéndose una mezcla balanceada y de buen rendimiento. El nitrógeno y fósforo son los nutrientes que afectan de forma más generalizada este equilibrio. En cuanto al nitrógeno, este estimula el desarrollo de las gramíneas sobre las leguminosas. Este efecto estaría dado por un incremento en la competencia por luz y por un aumento en el área foliar de la gramínea, así como por una reducción en la tasa de fijación de los rizobios de las leguminosas (Carámbula, 2007b).

En lo que refiere al fósforo, varios investigadores han comprobado el efecto beneficioso de este sobre el crecimiento y desarrollo de las leguminosas. Cabe destacar que el fósforo no solo afecta a las leguminosas, sino que también las gramíneas se ven favorecidas (Anderson y MacLachlan 1951, Willoughby 1954).

No obstante existen otros nutrientes que también pueden afectar el equilibrio de una muestra, como por ejemplo el potasio y el azufre (Carámbula, 2007b).

2.4.4. Selectividad animal

La selectividad por parte de los animales es un factor que puede alterar de forma importante la composición botánica de una mezcla forrajera. Puede ejercer efectos que conduzcan a la desaparición de las leguminosas, las cuales son las más apetecibles. Si se realiza un incorrecto manejo del pastoreo, no solo lleva a una desaparición de las mismas, sino que también conlleva al endurecimiento de las gramíneas, disminuyendo la calidad de la dieta. Otro efecto importante de la selectividad animal sobre la

composición botánica ocurre en cierta época del año cuando las plantas C3 son más palatables que las C4 (invernales vs estivales) (Skiles, citado por Vallentines, 1990).

2.5. PRODUCCIÓN ANIMAL

2.5.1. Efectos del pastoreo sobre el desempeño animal

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

Por lo tanto, la producción animal puede ser medida, en términos relativos, a través de la utilización de la pastura, es decir, la diferencia en cantidad de forraje entre la entrada y salida del pastoreo. La intensidad de pastoreo sería el principal factor que afecta este proceso y puede ser regulado a través del manejo de la carga y método de pastoreo, que afecta la distribución espacial y temporal de los animales en las diferentes parcelas (Escuder, citado por Beretta et al., 2007).

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

En este trabajo de tesis, los cambios de franjas de pastoreo se realizan en base a las alturas remanentes, dejando 5-7 cm de altura, lo que corresponde a un período en torno a los 15 días. Se debe mencionar que este tiempo de pastoreo es variable dependiendo de las condiciones ambientales, las cuales afectan la tasa de crecimiento de la pastura.

Las variables de la pastura que afectan al animal son: la cantidad de forraje disponible, la calidad de la oferta forrajera y la estructura o distribución espacial de los componentes de la pastura. Estas tres características de las pasturas, definirán el consumo de materia seca digestible que se relaciona en forma directa con la ganancia de peso del animal (De León, 2007).

2.5.2. Relación entre consumo-disponibilidad-altura

Según Muslera y Ratera (1984), hay que tener en cuenta que el forraje disponible inicialmente, o su altura, son insuficientes para explicar las variaciones en la ingestión

de forraje, pues también depende de la estructura de la pradera y de las dificultades que presente al pastoreo. Por lo tanto la ingestión de forraje está influenciada por la altura y densidad del horizonte de pastoreo, es decir, por la disponibilidad de forraje.

En general, cuando el forraje es escaso, el tiempo de pastoreo se alarga, el número de bocados aumenta, pero el consumo por hora de pastoreo disminuye. El consumo de forraje o la performance animal incrementa a medida que aumenta la disponibilidad o la altura de la pastura, asociado a la facilidad con que los animales pueden cosechar el forraje maximizando la tasa de consumo, siendo esta relación afectada por el tipo de pastura donde los animales pastorean (Montossi et al.,1996).

Según Rovira (2008), el punto crítico de altura es muy relativo y de ninguna manera es absoluto, citando alturas por debajo de 8-10 cm como alturas que comienzan a afectar negativamente el consumo.

2.5.3. Estrés térmico

El estrés puede definirse como la condición del animal que lo saca de su rango de confort o bienestar. Puede estar provocado por un sinnúmero de factores ambientales como ser climáticos (frío o calor), de manejo (arreas, trabajo en corral, etc.), nutricionales (generalmente provocado por subalimentación) y sanitarios (cuando el animal está enfermo) (Bartaburu, s.f.).

El período que abarca el experimento cubre parte del verano, en el cual se pudieron haber dado condiciones de estrés calórico, lo que afecta su productividad.

Los vacunos son homeotérmicos, es decir mantienen una temperatura corporal lo más estable posible, que oscila en torno a 38,6 °C. Para ello trata de mantener un equilibrio entre la carga y la pérdida calórica (Bartaburu, s.f.).

La carga calórica está determinada principalmente por la temperatura ambiente, la incidencia de radiación solar (directa o indirecta) y por la propia carga calórica corporal del animal, como resultado de los procesos de fermentación ruminal. La pérdida calórica, en cambio, ocurre a través de procesos de conducción, radiación, convección y evaporación y se encuentra afectada por la humedad ambiente y la velocidad del viento.

Por encima de los rangos de confort, el animal pone en juego otros mecanismos de pérdida de calor que le significan gasto energético, como el aumento de la velocidad (o tasa) respiratoria, perdiendo calor a través de un mecanismo evaporativo. El animal reacciona tratando de disminuir la carga calórica, bajando la cantidad de consumo de alimento, aumentando notablemente la ingesta de agua para mantener el balance hídrico, y finalmente si estos mecanismos de pérdida calórica puestos en funcionamiento no

fueran suficientes, aumentando de temperatura corporal entre 1-1,5 °C afectando la performance productiva y reproductiva para en casos muy extremos provocar la muerte del animal (Bartaburu, s.f.).

2.5.4. Producción de carne en verano

El verano es la estación más vulnerable desde el punto de vista morfológico, ya que en ella se registra las menores poblaciones activas de meristemas del crecimiento, tanto de tallos y macollos como de hojas (Carámbula, 2010).

Según Simeone (2010), en los sistemas pastoriles de producción de carne, el vacuno enfrenta durante el verano una doble restricción; por un lado una reducción en la cantidad y calidad del forraje que tiene disponible, y por otro condiciones ambientales potencialmente generadoras de estrés térmico. Esta combinación de efectos, generaría limitaciones al consumo diario de materia seca y nutrientes e incrementos en los requerimientos de mantenimiento, afectando el balance energético del animal y consecuentemente el nivel de producción. La combinación de altas temperaturas y humedad relativa ambiente afecta de forma negativa el confort del animal.

La restricción en el tiempo de acceso a la pastura y el manejo de la sombra fueron evaluados como estrategias tendientes a reducir los requerimientos de mantenimiento. Estos trabajos comenzaron en el año 2003, trabajando sobre la hipótesis de que el retiro del animal de la parcela de pastoreo y su traslado a un área con sombra y acceso a agua durante las horas de mayor radiación solar (10:30 a 16:30 hs), reduciría los requerimientos de mantenimiento sin afectar el consumo diario de alimento.

Durante tres veranos (2003, 2005, 2006) se evaluó el impacto de este manejo en interacción con la oferta de suplemento y la asignación de forraje, observándose una respuesta positiva independientemente del nivel de estos factores.

Los animales con encierro y sombra compensaron el menor tiempo de acceso a la pastura incrementando la actividad de pastoreo al ingresar nuevamente a la parcela en la tarde y hasta el anochecer, manteniendo el consumo diario de forraje con respecto a los que estuvieron en pastoreo libre todo el día. Así, el efecto positivo del manejo del pastoreo y la sombra sobre la ganancia de peso vivo (200 g/día) podría interpretarse como resultado de una reducción en los requerimientos de mantenimiento, que se tradujo en una mejora del balance energético para el animal (Simeone, 2010).

Los resultados generados por la investigación nacional con relación al uso de la sombra demuestran que el ganado enfrenta durante el período estival, condiciones de estrés térmico que afectan de forma sistemática su productividad (Simeone, 2010).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1. Lugar y período experimental

El presente trabajo se realiza en el potrero No. 32a, 32°23'27.71" de latitud sur y 58°03'41,76 de longitud oeste, en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (UdelaR. Facultad de Agronomía, Paysandú, UY); durante el período comprendido entre el 14 de enero y el 17 de mayo del 2014, sobre una pradera de primer año compuesta por tres mezclas forrajeras.

3.1.2. Descripción del sitio experimental

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976), el área experimental se encuentra sobre la unidad San Manuel, correspondiente a la formación geológica Fray Bentos, los suelos dominantes son brunosoles éútricos típicos (háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosos (limosa). En asociación con estos se encuentran brunosoles éútricos lúvicos de textura limosa y solonetz solodizados melánicos de textura franca.

Según mapa de grupos de suelos CONEAT, el potrero 32a se encuentra principalmente sobre el grupo de suelos 11.3, abarcando aproximadamente el 80% del área. El restante 20% corresponde al grupo de suelos 10.9.

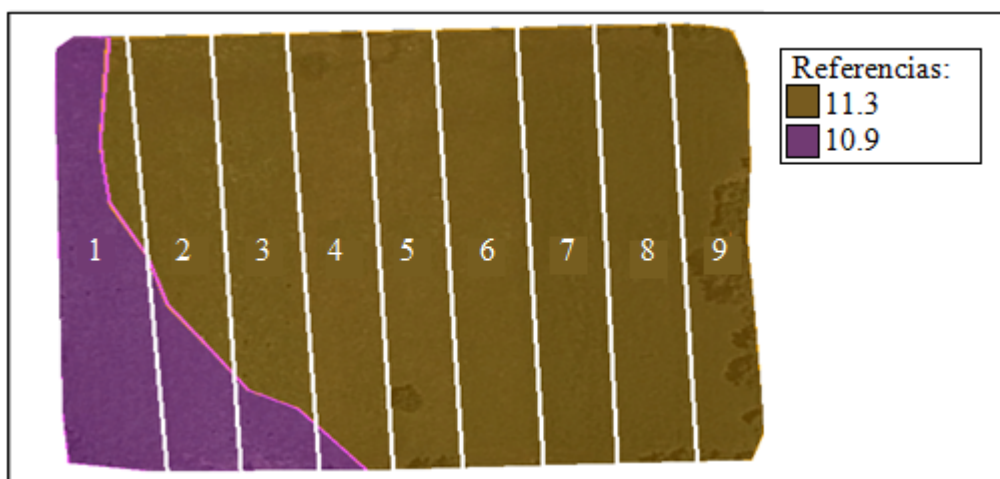


Figura No. 1. Suelos potrero 32^a.

Según la descripción de CO.N.E.A.T, los grupos de suelos 11.3 son de uso agrícola pastoril, con cultivos invernales, estivales rastrojos y campo natural con

predominio de especies invernales y propensión a la invasión de *Stipa brachychaeta* que, en las áreas de suelos superficiales, alcanza alta densidad. Este grupo presenta un índice de productividad de 149.

En lo que refiere al grupo de suelos 10.9, la descripción menciona que los mismos se distribuyen en forma de pequeños manchones pudiéndose observar algunos de ellos en el camino La Paz, Ruta 3 al norte del mismo y en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de Paysandú. Es un grupo de poca importancia en cuanto a su extensión. Predominan en este grupo los cultivos invernales-estivales y rastros. Este grupo, al igual que los 11.3, presenta un índice de productividad de 149. Acá debería aclararse que aparecen asociados blanqueales limitan la potencial de uso y productividad de los mismos

3.1.3 Antecedentes del área experimental

La pradera fue sembrada sobre un antecesor de pradera vieja sin presencia de especies sembradas, con gramíneas nativas, gramilla y malezas como *Sida rhombifolia* y *Verbena litoralis*. Se realizaron dos aplicaciones de 4 l/ha de glifosato en noviembre de 2012 y abril de 2013. Se siembra el 10 de mayo de 2013. Gramíneas en línea y leguminosas al vuelo con la misma máquina. La densidad de siembra fueron a razón de, 10 kg/ha *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo, 12 kg/ha de *Medicago sativa* cv. Chaná; 22 kg/ha de *Festuca arundinacea* cv. Tifón, 2 kg/ha de *Trifolium repens* cv. Zapicán, 8 kg/ha de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel; 17 kg/ha de *Lolium perenne* cv. Base, 5 kg/ha de *Trifolium pratense* cv E116. Se fertiliza a la siembra con 100 kg/ha de 7-40/40-0 +5, a fines de julio se aplicó 70 kg/ha de urea y 400 cc de flumetsulam (Flumet) para control de hierbas de hoja ancha.

3.1.4 Información meteorológica

El Uruguay, presenta un clima templado a sub tropical (Durán, 1985), con un promedio de precipitaciones de 1200 mm con distribución isohigro. Las temperaturas medias en Uruguay oscilan entre 16 °C para el sureste y 19 °C para el norte. Mientras que para enero, el mes más cálido, las temperaturas oscilan entre 22 °C y 27 °C y para el mes más frío del año, julio, las temperaturas varían desde 11 °C a 14 °C respectivamente para cada región (Berreta, citado por Agustoni et al., 2008).

3.1.5 Tratamientos

Los tratamientos consistieron en tres mezclas:

- 1) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (F + Tb + Lc).
- 2) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* (Dac + Alf).
- 3) *Lolium perenne* y *Trifolium pratense* (Rg + Tr).

Las praderas fueron pastoreadas con 12 novillos de la raza Holando, con un peso individual promedio de 300 kg. Cada tratamiento fue pastoreado con 4 novillos. Los mismos ingresaron con 284 kg promedio, hasta un peso final de 318 kg promedio.

El método de pastoreo fue rotativo y el criterio utilizado para el cambio de franja de los animales fue la intensidad, dejando un remanente de 5-7 cm en todas las mezclas por igual.

3.1.5. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar. El área experimental abarcó 4,1 hectáreas, que fueron divididas en tres bloques de 1,3 ha aproximadamente (correspondiente a 3 repeticiones). Estos a su vez fueron divididos en tres parcelas, las que se definen como la unidad experimental de 0,45 ha.

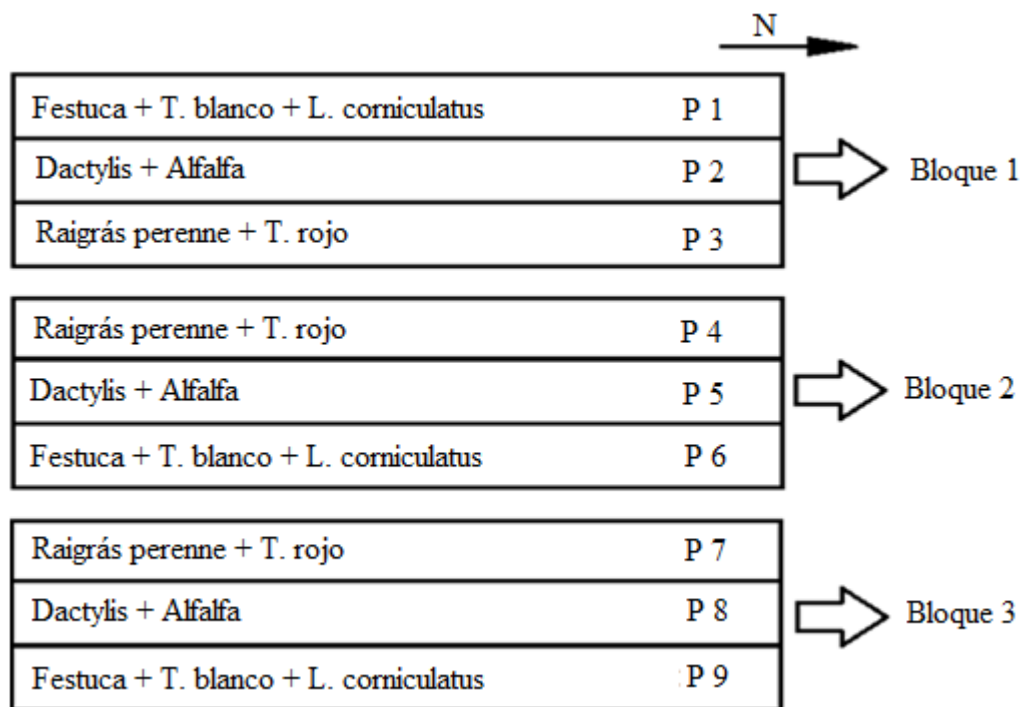


Figura No.2. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental.

3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

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

3.2.1. VARIABLES DETERMINADAS

3.2.1.1. Disponibilidad y remanente de materia seca

La disponibilidad de materia seca (kg/ha) se define como la cantidad de materia seca que hay en la parcela antes del ingreso de los animales (forraje acumulado), más lo que crece durante el período de pastoreo (tasa de crecimiento). Por otro lado, el remanente es la materia seca (kg/ha) que queda después que se retiran los animales de la parcela.

Los muestreos consistieron en la determinación de una escala de disponibilidad de forraje, utilizando tijeras de esquilar y cuadros de 50cm por 20cm. Se obtuvieron un total de 30 muestras por corte realizados el 13/01/14, 10/02/14, 23/04/14, las cuales se pesaron en fresco y luego de 48 horas en estufa a 60 °C se obtuvo el peso de materia seca.

A su vez, en los puntos donde se realizaron los cortes se obtuvieron tres medidas de altura en la diagonal del rectángulo, una en el centro y una en cada extremo, obteniendo un promedio por rectángulo.

Posteriormente mediante el ajuste de una ecuación de regresión entre altura en cm y kg/ha MS se estima el disponible y remanente de forraje. El valor de disponibilidad surge de sustituir el valor promedio de la variable altura de la pastura en las ecuaciones correspondientes. De la misma forma se procedió para la estimación del remanente luego de la salida de los animales.

3.2.1.2. Altura del disponible y del remanente

Las alturas fueron medidas utilizando reglas graduadas en centímetros en el punto medio dentro del rectángulo utilizado.

El criterio utilizado para las medidas fue el punto de contacto entre la regla y la hoja más alta (sin estirar la lámina) en donde fue ubicada la regla. Las alturas promedio de cada parcela se obtienen realizando un promedio de las 40 mediciones realizadas en

cada parcela. Para el disponible dichas medidas se obtuvieron previo al ingreso de los animales y para el remanente luego de retirados los mismos.

3.2.1.3. Producción de forraje

Se calcula mediante la diferencia entre el forraje disponible menos el remanente del pastoreo anterior, ajustándose por los días de crecimiento de pastoreo, de esta manera es calculada la producción de la pastura. La tasa de crecimiento de la pastura se obtiene dividiendo la producción de forraje entre dos pastoreos sucesivos por el número de días transcurridos entre los mismos.

3.2.1.4. Materia seca desaparecida

Hace referencia a la cantidad de materia seca que desaparece en el período de pastoreo. Se consigue por la diferencia entre el forraje disponible y el remanente.

3.2.1.5. Porcentaje de utilización

Es la cantidad de materia seca que desaparece en relación a la que había disponible. Por lo que se calcula mediante la relación entre la materia seca desaparecida y la disponible antes de iniciar el pastoreo, ajustado por la tasa de crecimiento de la pastura en el período de pastoreo.

3.2.1.6. Composición botánica

Hace referencia al aporte porcentual en biomasa de las diferentes especies sembradas y malezas en general, en el momento del muestreo, tanto del disponible previo al pastoreo como del remanente.

Con el fin de evaluar la composición botánica de la pastura se utiliza el método de Botanal modificado (Tothill et al., 1978). Por medio de la apreciación visual se determina la participación porcentual de gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos en cada mezcla. Los resultados se alcanzaron promediando las 40 observaciones realizadas en cada tratamiento.

Para estimar la composición botánica se utilizaron rectángulos de 20 por 50 cm, en el que en primer lugar se determinó el porcentaje de suelo desnudo, luego tomando en cuenta el material vegetal se lo consideró como el 100% y se estableció el aporte de cada especie componente de la mezcla y el de malezas y restos secos, todo expresado como porcentaje de cobertura en biomasa.

3.2.1.7. Peso de los animales

El peso de los animales fue determinado mediante pesadas individuales, las cuales se realizaron con balanza electrónica. Las mismas se llevaron a cabo el 14/01/2014 cuando comenzó el período de evaluación experimental. La siguiente pesada se realizó el 18/03/2014, y la pesada final cuando culminó el experimento se realizó el 16/05/2014.

3.2.1.8. Ganancia de peso diaria

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

3.2.1.9. Oferta de forraje

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

3.2.1.10. Producción de peso vivo

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

3.3. HIPÓTESIS

3.3.1. Hipótesis biológica

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

3.3.2. Hipótesis estadística

Ho: $T1 = T2 = T3 = 0$

Ha: Existe algún tratamiento distinto de cero.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se estudiaron por análisis de varianza realizándose separación de medias cuando se encuentran diferencias significativas entre tratamientos mediante LSD Fisher al 10 %.

3.4.1. Modelo estadístico

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

Siendo:

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

El paquete estadístico utilizado fue el Info Stat- Statistical Software.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan y discuten los resultados obtenidos, contrastándolos con los de otros trabajos similares con la finalidad de explicar el porqué de lo acontecido.

4.1. DATOS METEOROLÓGICOS

A continuación se presentan los datos referentes a las precipitaciones medidas para los meses desde octubre de 2013 hasta mayo de 2014. En este período está incluida la etapa del experimento (desde enero a mayo inclusive del 2014), en comparación con el promedio de la serie histórica que abarca desde 2002 hasta 2013. Ambos registros medidos en la estación experimental EEMAC.

Se pretende mostrar además de los datos de precipitaciones correspondientes a los meses en que se llevó a cabo el experimento, los meses anteriores al mismo, ya que los resultados de este trabajo estarían fuertemente influenciados por estos.

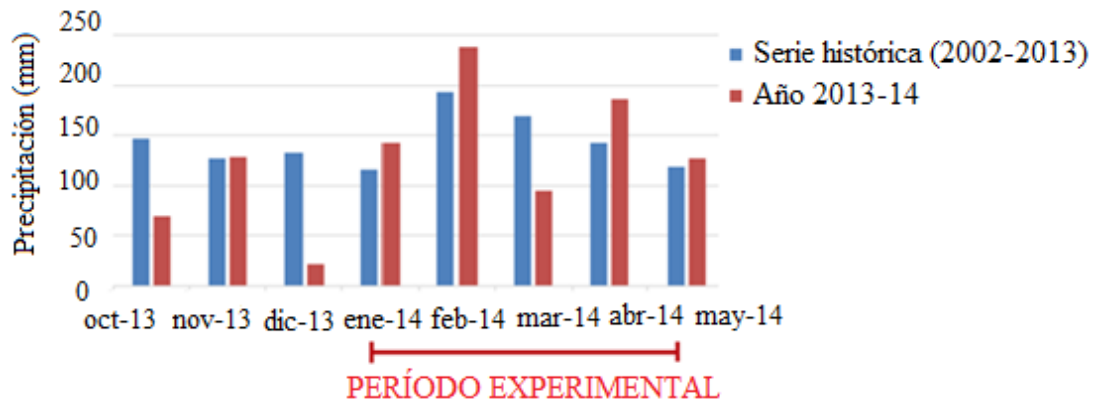


Figura No. 3. Precipitaciones para el período experimental e histórico (2002-2013). Datos extraídos Estación Experimental EEMAC.

Como se observa en la figura No.3, existieron diferencias de precipitaciones en los meses evaluados del año 2014 en comparación al promedio de la serie histórica. Para todos los meses exceptuando marzo, las precipitaciones en el 2014 superaron el promedio de la serie histórica. Se registran 787 mm acumulados para estos cinco meses contra 742 mm del promedio histórico.

Es importante destacar las escasas precipitaciones ocurridas en el mes de diciembre de 2013, anterior al inicio del experimento, alcanzando unos 20 mm. Esto

pudo haber repercutido negativamente en la persistencia de las especies sembradas y haber favorecido la emergencia de malezas.

Con el objetivo de exponer la condición inicial no óptima del suelo desde el punto de vista de disponibilidad hídrica, se procede a realizar un balance hídrico.

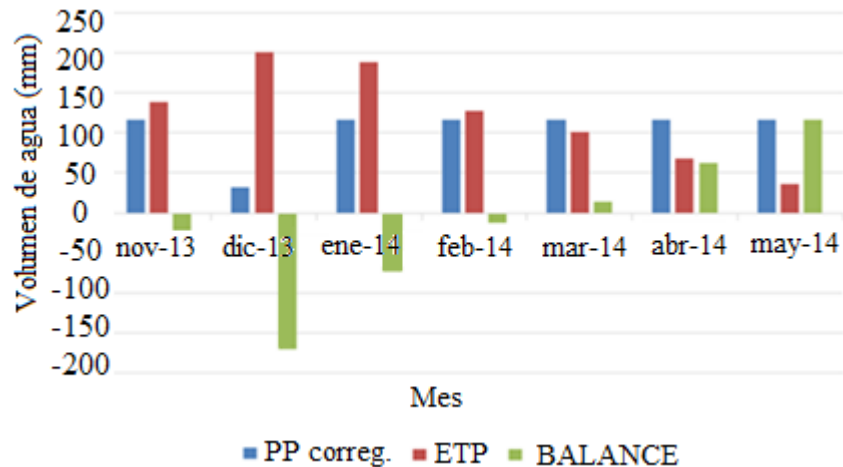


Figura No. 4. Balance hídrico (PP – ETP) del período noviembre 2013 a mayo 2014.

Se observa que en el mes anterior al comienzo del experimento y los dos primeros meses de iniciado se registraron precipitaciones que no cubrieron la demanda de la evapotranspiración, es decir, la evaporación directa más la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. La misma se calcula utilizando los datos meteorológicos y el método de FAO Penman-Monteith. Usando como superficie de referencia una pradera de alfalfa pura para los tres tratamientos. Cabe aclarar que para este balance se tiene en cuenta una capacidad de acumulación de agua del suelo de 117 mm, y se toma como que las precipitaciones que excedan dicho volumen, se pierden por escurrimiento superficial.

En la siguiente figura se comparan las temperaturas medias registradas durante los meses correspondientes al período experimental, con las de igual período de la serie histórica.

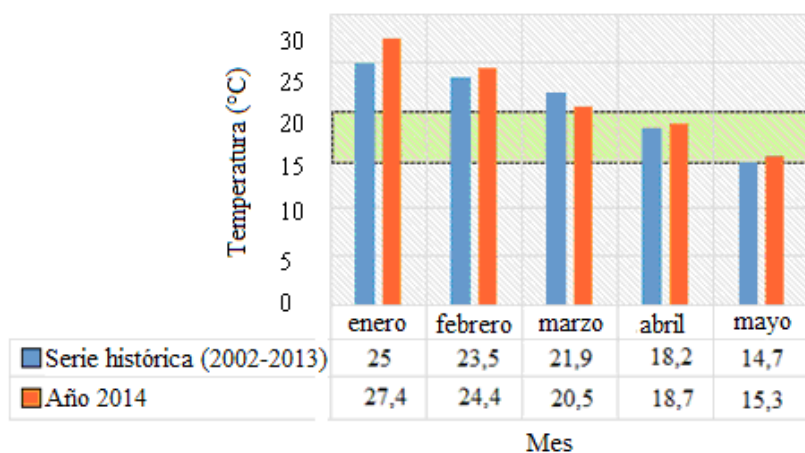


Figura No. 5. Temperatura media para el período experimental e histórico (2002-2013).

Según Carámbula (2002), las especies sembradas (C3) tienen un óptimo desempeño en el rango de temperaturas entre 15 y 20 °C. El cual se puede observar en la figura anterior que se cumple para los meses de abril y mayo.

Sintetizando, se puede reiterar que las especies de las mezclas forrajeras afrontaron estrés hídrico en diciembre y enero, sumado a altas temperaturas durante el período diciembre-enero-febrero. Lo que tendría una repercusión negativa en la producción de forraje en ese momento y en los meses venideros, lo cual se expondrá más adelante.

4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.2.1. Forraje disponible

A continuación se presentan los datos de forraje disponible en cantidades y alturas promedio del período de evaluación para cada tratamiento.

4.2.1.1. Cantidad de forraje disponible

Cuadro 1. Forraje disponible promedio en kg/ha de MS para cada tratamiento.

Tratamiento	Disponible (kg/ha de MS)
Dac + Alf	1511
F + Tb + Lc	1492
Rg + Tr	1386

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la cantidad del forraje disponible para los tratamientos.

Teniendo en cuenta las diferentes mezclas forrajeras evaluadas, era de esperarse un mayor disponible al menos en el tratamiento Dac+Alf con respecto a Rg+Tr.

Esto se puede mencionar debido a los componentes de las mezclas. En primer lugar, se esperaría una menor disponibilidad de materia seca de la mezcla Rg+Tr con respecto a los demás tratamientos, ya que ambas especies son de ciclo invernal, y según Carámbula (2010), la primera tiene un comportamiento muy pobre durante el verano, debido a las exigencias de humedad, y como ya fue mencionado anteriormente las mezclas se sometieron ante un diciembre y enero muy seco.

Para el tratamiento F+Tb+Lc, el lotus es una especie estival que tiene un sistema radicular pivotante profundo, se adapta a un rango muy amplio de suelos secos, presentando un buen potencial de producción primavera-estivo-otoñal. La festuca, si bien es de ciclo invernal, presenta buena precocidad otoñal, y no presenta reposo estival. Pero en lo que respecta al trébol blanco, su mayor producción se da en primavera y normalmente no crece en verano (Carámbula, 2010).

En cuanto al tratamiento Dac+Alf, la alfalfa es de ciclo estival, es una especie que presenta altos rendimientos en cantidad y calidad de forraje. Sin embargo, durante el otoño su producción es relativamente baja (Carámbula, 2010). En cambio el dactylis es una especie invernal, que si bien produce bien en temperaturas elevadas necesita disponer de humedad suficiente (factor que fue escaso al principio del período evaluado), ya que presenta un sistema radicular muy superficial (Carámbula, 2010).

Dadas estas descripciones, se podría esperar una diferencia en producción a favor de la mezcla Dac+Alf, ya sea por la adaptación del dactylis a las altas temperaturas en comparación con las otras gramíneas sembradas, y por la alfalfa y su resistencia a la sequía que le permite suministrar forraje durante el verano. Sin embargo para este año si bien hay diferencias numéricas, las mismas no son estadísticamente significativas.

Lo que explica que los tres tratamientos hayan tenido similar producción de materia seca es el componente malezas, el cual determina gran parte de la cantidad de forraje (ver cuadro No. 5. Composición botánica). El déficit hídrico y las altas temperaturas de diciembre-enero provocaron un estrés importante en la mayoría de las especies sembradas determinando la desaparición de muchas plantas y el consecuente aumento de suelo descubierto, lo cual fue capitalizado por malezas estivales como *Digitaria sanguinalis*, *Eragrostis lugens*, *Setaria geniculata* y *Sida rhombifolia*. Por lo que el efecto del enmalezamiento fue más importante en determinar el disponible

medido que las especies sembradas. Estos resultados son concordantes con los encontrados por Molinelli et al. (2014).

Bianchi et al. (2012), sí encontraron diferencias significativas entre la mezcla *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* versus *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* para el período estivo-otoñal. Generando en el primer caso una disponibilidad cercana a los 1500 kg/ha de MS (valor semejante), contra una disponibilidad de 3500 kg/ha de MS para el segundo caso. Esto está dado por una diferencia en la contribución de las especies sembradas a favor de la mezcla de dactylis y alfalfa respecto a la de festuca, trébol blanco y lotus (diferencia de 1500 Kg/ha de MS), pudiendo ser expresada con un enero y febrero lluviosos (140 y 210 mm respectivos). Teniendo una mayor relevancia el componente sembradas en la explicación de la cantidad del disponible de esta mezcla, para el trabajo de Bianchi et al. (2012).

4.2.1.2. Altura de forraje disponible

Cuadro 2. Altura del disponible promedio en centímetros para cada tratamiento.

Tratamiento	Altura (cm)
Dac + Alf	15,3
F + Tb + Lc	12,0
Rg + Tr	11,6

Al igual que para la cantidad de forraje disponible, no se registraron diferencias significativas entre alturas del disponible de los tratamientos. Sin embargo la diferencia numérica es muy grande lo cual estaría explicado por una gran variabilidad de los datos, dado tal vez por la pérdida de plantas y por ende una falta de densidad en la pastura.

Como no se encontraron diferencias significativas tanto en la cantidad de forraje como en la altura del disponible, estadísticamente es correcto afirmar que para estas alturas, las tres mezclas presentan densidades de forraje (kg MS/unidad volumétrica) semejantes.

Es importante reiterar que estos parámetros tienen gran correspondencia con el tipo de enmalezamiento de las mezclas, y en menor medida una explicación que radique en la arquitectura de las especies sembradas, dado su baja contribución a la biomasa total (ver cuadro No. 5. Composición botánica).

Con respecto a los valores promedios de altura del disponible, no se cumple con el manejo óptimo mencionado por Zanoniani et al. (2006), quienes recomiendan una altura de ingreso al pastoreo de entre 15 y 20 cm para los tratamientos F+Tb+Lc y Rg+Tr. Tampoco se manejaron las frecuencias recomendadas entre 35 y 45 cm para alfalfa, según lo mencionado por Rebuffo et al. (2000).

Abud et al. (2011) obtuvieron alturas de disponible superiores, 17 cm para una pastura de festuca, trébol blanco y lotus. Capandeguy y Larriera (2013), también reportaron alturas de disponible mayores para las mezclas de dactylis y alfalfa, y festuca, trébol blanco y lotus, las cuales estuvieron entre 18 y 25 cm. La explicación en la superioridad de las alturas del disponible estaría dada por las tasas de crecimiento de las pasturas también superiores de ambos trabajos en comparación a las del presente, lo cual se desarrollará más adelante.

Carámbula (2010) menciona que intensidades de pastoreo mayores tienen una influencia negativa en la producción de forraje siguiente, reflejado en un menor disponible. Teniendo en cuenta que el criterio para el cambio de franja de los animales es una altura de remanente de 5 cm, considerada una intensidad de pastoreo alta en comparación a las alturas de remanente de Abud et al. (2011) de 7 cm y las reportadas por Capandeguy y Larriera (2013) de entre 7,3 y 12 cm.

Bianchi et al. (2012) obtuvieron una altura de disponible para la mezcla dactylis y alfalfa similar a la de este experimento (15,5 cm), pero cabe destacar que en este caso si bien el criterio para rotar los animales fue el mismo, se utilizó una dotación superior en una pastura en donde el porcentaje de utilización y las tasas de crecimiento del forraje son notoriamente superiores a la del presente trabajo.

4.2.2. Forraje remanente

A continuación se presentan las alturas y cantidades promedio de forraje remanente para cada tratamiento.

4.2.2.1. Altura de forraje remanente

Cuadro 3. Altura del remanente promedio en centímetros para cada tratamiento.

Tratamiento	Altura (cm)
Dac + Alf	4,8
F + Tb + Lc	5,0
Rg + Tr	4,5

Referente al cuadro No. 3, no existieron diferencias entre alturas de remanente, los cuales estuvieron entre 4,5 y 5 cm, considerándose bajos en comparación a los recomendados para no comprometer el desempeño posterior de la pastura, según Carámbula (2002), Agustoni et al. (2008).

A su vez, Zanoniani et al. (2006) proponen intensidades de pastoreo entre 5 y 7,5 cm en un trabajo desarrollado durante el período invierno-primaveral para las mezclas de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, y *Lolium perenne* y *Trifolium pratense*, asumiendo que las alturas de remanente debieran ser mayores para la estación estival.

Para el caso de alfalfa, en términos generales se considera una altura de remanente adecuada desde el punto de vista del rendimiento y persistencia, en el entorno de los 5 cm (Rebuffo et al., 2000), siempre y cuando haya logrado acumular reservas para su rebrote previo al posterior, algo que dada la altura del disponible discutida en el ítem anterior es seguro no se logró.

Capandeguy y Larriera (2013), obtuvieron alturas de remanente superiores, de 12 cm para la mezcla de dactylis y alfalfa y 7,3 cm para festuca, trébol blanco y lotus. Bianchi et al. (2012), reportaron alturas menores para las mismas mezclas forrajeras (3,5 y 4 cm respectivamente).

La menor altura del remanente para las mezclas evaluadas en este experimento y en el de Bianchi et al. (2012), respecto de las obtenidas por Capandeguy y Larriera (2013), podría estar dado por los manejos de pastoreo más intensos de estos trabajos, determinando que especies como festuca y dactylis, hayan mostrado una tendencia a un crecimiento más postrado.

Por otro lado, como la pastura presentaba un alto porcentaje de malezas, y muchas de las mismas rechazadas por el animal, podría suponerse que las mediciones de alturas mayores correspondan a las malezas y las menores a las especies sembradas, determinando que el remanente de forraje del componente sembradas sea en realidad menor al obtenido con el promedio de los datos, lo que agravaría la situación ya que esto perjudicaría aun más la producción y persistencia de la pastura. Albano et al. (2010) explican que la menor producción de la pastura se debe en parte al sombreado de las malezas sobre las especies sembradas, producto de la predominancia del tallo reproductivo erecto de las malezas C4 como *Sida rhombifolia*, *Setaria geniculata*, *Digitaria sanguinalis* entre otras, provocando competencia por luz.

4.2.2.2. Cantidad de forraje remanente

Continuando con la descripción del remanente se muestra la cantidad promedio en kg/ha de MS según tratamiento.

Cuadro 4. Forraje remanente promedio en kg/ha de MS para cada tratamiento.

Tratamiento	Remanente (kg/ha de MS)
Dac + Alf	800 A
F + Tb + Lc	813 A
Rg + Tr	677 B

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

Pese a que no existen diferencias significativas entre alturas de remanente como ya fue mencionado, sí se encontraron diferencias entre cantidad de forraje remanente. El tratamiento Rg+Tr difirió significativamente de los dos primeros con una menor cantidad de forraje remanente, esto puede deberse a que fue el tratamiento con mayor proporción de malezas (75 %) teniendo una naturaleza distinta, la cual determinaría que a una misma altura de remanente se tenga menor densidad de materia seca. En este tratamiento dominaban en mayor medida malezas cespitosas como *Eragrostis lugens* y *Setaria geniculata*, a diferencia del enmalezamiento de los tratamientos Dac+Alf y F+Tb+Lc en donde dominaban especies que concentran mayor proporción de la biomasa en estratos inferiores del tapiz como *Digitaria sanguinalis*.

En el anexo No. 3 se puede observar la relación entre las variables altura y cantidad de forraje remanente para cada uno de los tratamientos.

4.2.3. Composición botánica

En el siguiente cuadro se visualiza la composición botánica de cada uno de los tratamientos en el período evaluado.

Cuadro 5. Composición botánica de los disponibles promedio para cada tratamiento.

Tratamiento	% Gramíneas	% Leguminosas	% Malezas	% Restos secos	% Suelo desnudo
Dac + Alf	11 A	25 A	49 B	15	14
F + Tb + Lc	3 B	22 A	60 AB	15	20
Rg + Tr	2 B	3 B	74 A	21	15

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

Para los tres tratamientos el componente que explica la mayor parte de la biomasa aérea son las malezas, presentando un mayor grado de enmalezamiento el tratamiento Rg+Tr, que difiere significativamente respecto a Dac+Alf. El tratamiento F+Tb+Lc no difiere de los anteriores.

Se destaca una considerable proporción de suelo desnudo en todas las mezclas, que ronda entre un 15 y 20%. Esto pudo deberse a que las praderas estudiadas perdieron plantas durante el verano debido al déficit hídrico durante estos meses y al incorrecto manejo del pastoreo.

Si bien en términos de cantidad de forraje disponible no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (ver cuadro No.1); observando la composición botánica se puede valorar el aporte de forraje de cada pastura sembrada. Destacando un mayor aporte por parte de la mezcla dactylis-alfalfa, ya que es la que presenta un menor grado de enmalezamiento y el aporte de gramíneas-leguminosas es mayor respecto a las demás praderas.

Estas dos especies sembradas presentaron una mayor competencia contra las malezas, dado por la adaptación del dactylis a las altas temperaturas en comparación con las otras gramíneas sembradas, que le permite competir frente al enmalezamiento (García, 1995). Por otro lado, la alfalfa por su resistencia a la sequía le permite suministrar forraje durante el verano (Rebuffo, 2005).

Para el tratamiento F+Tb+Lc, se puede resaltar el insignificante aporte a la mezcla por parte de la gramínea sembrada. Si bien la festuca no presenta reposo estival, requiere un manejo muy cuidadoso en esta estación del año (Langer 1981, Carámbula 2010). Ya que, según Formoso (2010), el verano es un período de alta susceptibilidad y fragilidad para esta especie.

Carámbula (1991) destaca que en el segundo año de vida de una mezcla forrajera domina el componente leguminosa, lo cual se corrobora en los tratamientos Dac+Alf y F+Tb+Lc con proporciones en biomasa de las especies sembradas muy bajas para este experimento, pero en fin con una mayor proporción de leguminosas respecto a las gramíneas. Esto no sucede en el tratamiento Rg+Tr, ya que la proporción de leguminosas y de gramíneas sembradas es casi inexistente.

Observando el cuadro de composición botánica queda claro la muy mala calidad de estas pasturas, ya que las especies sembradas lo máximo que llegaron a aportar fue la biomasa aérea para el caso del tratamiento Dac+ Alf. Siendo una pastura que transcurre el primer verano y segundo otoño de vida, la contribución de las especies sembradas debería ser mayor para que puedan expresarse los potenciales de producción de las mezclas forrajeras. Un factor importante en determinar el número de plantas y la consecuente producción de forraje de la pastura es la fecha de siembra. En trabajos como los de Capandeguy y Larriera (2013), Molinelli et al. (2014), encontraron que las fechas de siembra temprana presentan superioridad en producción de forraje respecto a las tardías. La fecha de siembra del 10 de mayo se supone como temprana, de todas formas Maciel y Tucci (2015) reportaron una implantación de 15 % para la misma pastura bajo estudio pero en el período invierno-primaveral, la cual se consideró baja. Fuera del análisis del período invierno-primaveral anterior, la explicación de la baja proporción de

especies sembradas durante la etapa experimental presente podría estar dada por los manejos de pastoreo incorrectos y el déficit hídricos estival que provocarían en conjunto la muerte de plantas.

Resumiendo, se puede valorar como el déficit hídrico estival se tornó acentuado en estos tipos de suelos dominados por Solonets solodizados, a lo que se le suma el intensivo manejo de pastoreo y a que se partió de un bajo número de plantas, todo esto influyó negativamente sobre la composición botánica, la persistencia de las especies implantadas, la aparición de nuevas especies y la expansión o reducción de otras. Ya que en este trabajo se aprecia el muy bajo porcentaje de las especies sembradas.

A continuación se presenta la evolución de la composición botánica en proporción (%) de biomasa (MS) para cada una de las mezclas durante el período experimental.

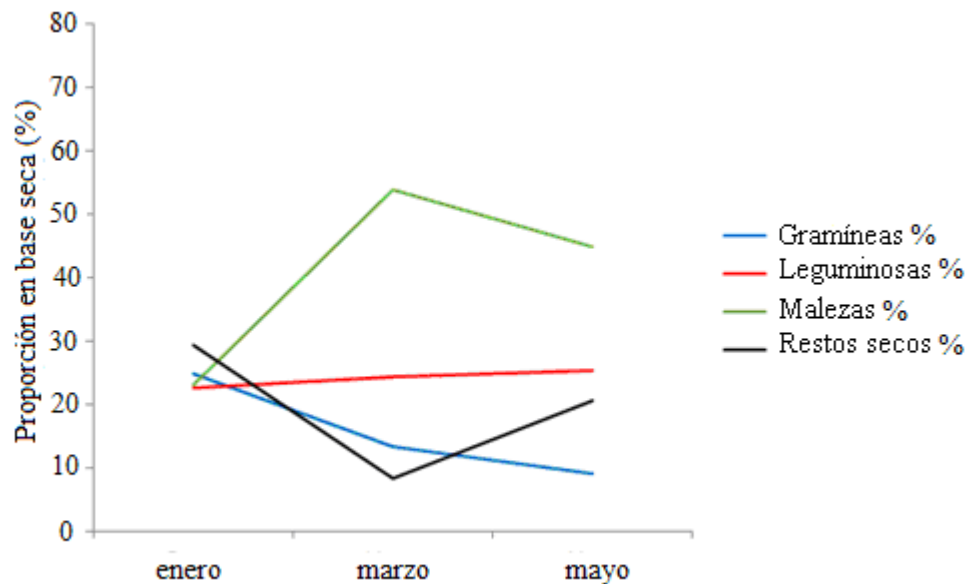


Figura No. 6. Evolución en la composición botánica para la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* durante el período experimental.

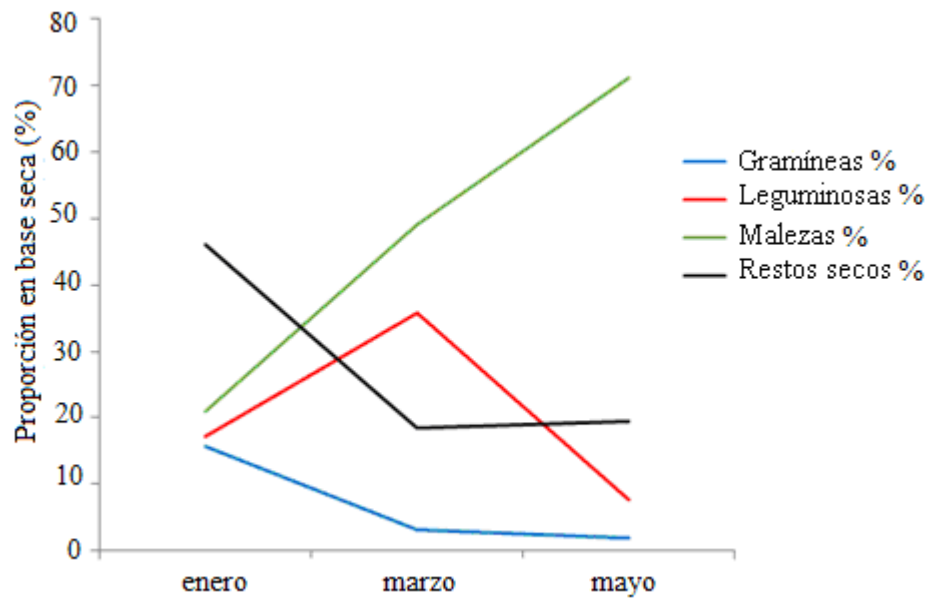


Figura No. 7. Evolución en la composición botánica para la mezcla *Festuca arundinaceae*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* durante el período experimental.

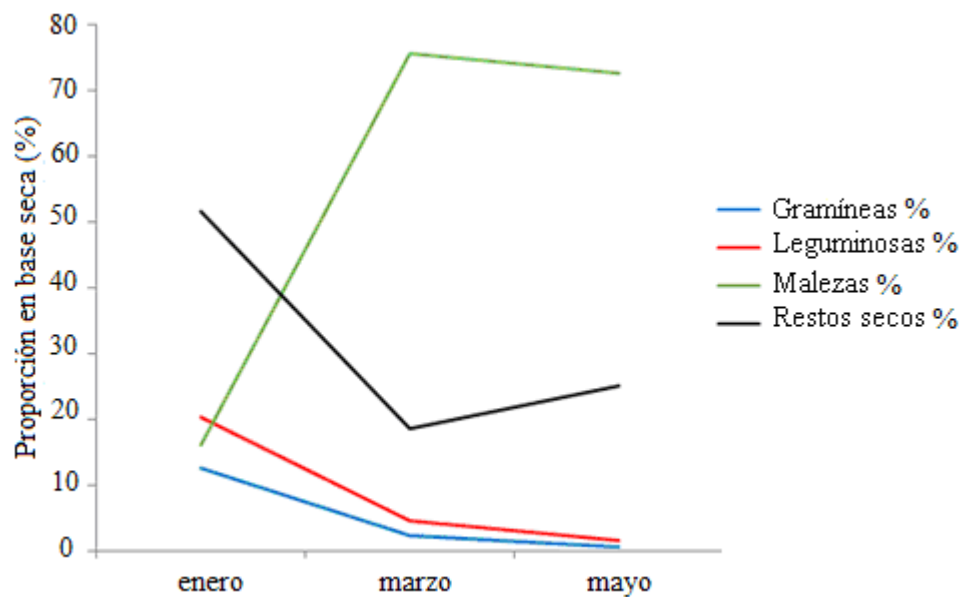


Figura No. 8. Evolución en la composición botánica para la mezcla *Lolium perenne* y *Trifolium pratense* durante el período experimental.

En las tres figuras anteriores se puede observar la evolución de los distintos componentes de las pasturas estudiadas.

Para los tres tratamientos se registraron detrimentos en la proporción de las gramíneas perennes invernales al transcurrir el verano y el otoño. Los comportamientos diferenciales se dieron en el componente leguminosa, mientras que la alfalfa se mantuvo prácticamente inalterada en su proporción con valores en torno a 25% en el tratamiento Dac+Alf, el lotus aumentó su proporción durante el verano y luego disminuyó en el otoño para el tratamiento F+ Tb+Lc. El trébol blanco durante todo el experimento disminuyó su contribución, y en conjunto con el comportamiento del lotus determinaron el tipo de evolución del componente leguminosa para este tratamiento.

Para el tratamiento Rg+Tr, el trébol rojo adoptó el mismo comportamiento que las gramíneas, disminuyendo su proporción de forma acentuada en el verano y con detrimentos de menor pendiente durante el otoño.

El enmalezamiento aumentó su proporción en respuesta a la disminución de las especies sembradas que dejaron espacios para su desarrollo, y a la disminución de los restos secos que dejaron suelo desnudo producto del pastoreo y/o descomposición del material. Es así que para el tratamiento Rg+Tr, en donde las sembradas son de ciclo de producción invernal, las cuales se vieron más afectadas por las condiciones estivales, las malezas alcanzaron proporciones mayores respecto al tratamiento Dac+Alf.

4.2.4. Forraje desaparecido

En el siguiente cuadro se expone la cantidad de forraje desaparecido promedio para cada tratamiento.

Cuadro 6. Forraje desaparecido promedio en kg/ha de MS para cada tratamiento.

Tratamiento	Desaparecido (kg/ha de MS)
Dac + Alf	490
F + Tb + Lc	446
Rg + Tr	472

No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la cantidad de forraje desaparecido entre tratamientos, y como tampoco existieron diferencias en la cantidad de forraje disponible, matemáticamente era esperable que los tratamientos no difirieran en cuanto a la utilización del forraje como puede observarse en la figura No. 9.

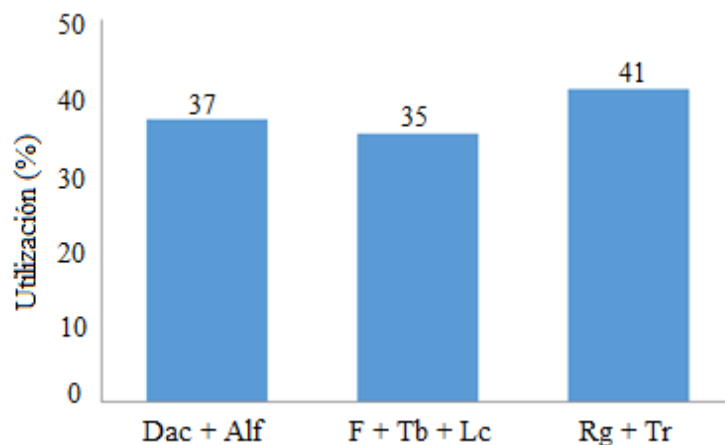


Figura No. 9. Utilización del forraje porcentual promedio del experimento para cada tratamiento.

Si bien entre el tratamiento F+Tb+Lc y Rg+Tr hay una diferencia de seis puntos porcentuales no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas para la utilización del forraje.

Dado el hábito de crecimiento de las especies que componen las mezclas, se esperaría un mayor porcentaje de utilización para los tratamientos Dac+Alf y Rg+Tr, ya que estas especies concentran una mayor proporción de forraje en estratos más altos de la pastura, y por lo tanto más accesible para el consumo animal respecto de F+Tb+Lc. En los trabajos de Bianchi et al. (2012), Capandeguy y Larriera (2013), De Souza y Presno (2013) los porcentajes de utilización del forraje de la mezcla dactylis y alfalfa siempre fueron superiores al de la mezcla festuca, trébol blanco y lotus. No obstante en estos trabajos las proporciones de especies sembradas fueron notoriamente superiores, siendo la alta proporción de malezas del presente trabajo el reductor del efecto de la arquitectura de las especies sembradas sobre el porcentaje de utilización del forraje.

Con una OF de 3,7 kg MS/día/100 kg promedio de los tres tratamientos, el porcentaje de utilización promedio fue de 38%. En contraste, Almada et al. (2007) con OF de 2,0; 4,5; 7,0; y 9,5 kg MS/día/100 kg PV obtuvieron utilidades superiores, del orden de 80, 70, 55, y 45 % respectivamente. Cabrera et al. (2013), trabajando con OF de 2,8; 5,8; y 9,6 kg MS/día/100 kg PV también reportaron porcentajes de utilización superiores a las del presente trabajo, del orden de 60, 52 y 52 % respectivamente.

La explicación de lo sucedido en el presente trabajo estaría dado por el gran enmalezamiento estival con gramíneas C4 como *Digitaria sanguinalis* en estado reproductivo avanzado, la cual en dicho estado fenológico se endurece mucho disminuyendo su calidad y por ende su palatabilidad, deprimiendo el consumo y dando como resultado menores porcentajes de utilización. Provocando que estos a su vez no

difieran entre tratamientos, al disminuir el efecto de la arquitectura de las especies sembradas sobre el porcentaje de utilización del forraje.

4.2.5. Producción de materia seca

Concluyendo el capítulo de producción de forraje se procede a analizar las tasas de crecimiento del forraje, producción de forraje estacional y total del período experimental para cada tratamiento.

Cuadro 7. Tasa de crecimiento del forraje en kg/ha/día de MS para cada tratamiento, promedio del período experimental.

Tratamiento	Tasa de crecimiento (kg/ha/día de MS)
Dac + Alf	13,8 A
F + Tb + Lc	13,7 A
Rg + Tr	13,0 B

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

La tasa de crecimiento promedio del tratamiento Rg+Tr fue menor con diferencias significativas a la de los otros tratamientos, además estas tasas de crecimiento se consideran relativamente bajas en comparación con lo reportado por Abud et al. (2011), 53 kg/ha/día de MS promedio para una pastura de festuca, trébol blanco y lotus durante el período estivo otoñal, de edad de vida, fecha de siembra y condiciones hídricas similares.

Bianchi et al. (2012) encontraron tasas de crecimiento promedio durante el verano-otoño también superiores de 44,5 y 17,8 kg/ha/día de MS para las mezclas de dactylis y alfalfa, y festuca, trébol blanco y lotus respectivamente con edad de la pastura y fecha de siembra similares, aunque bajo mejores condiciones hídricas que el experimento actual.

Capandeguy y Larriera (2013), para las mezclas de dactylis y alfalfa, y festuca, trébol blanco y lotus encontraron que las tasas de crecimiento en fechas de siembra temprana eran superiores a las tardías, 42,2 y 26,8 kg/ha/día de MS respectivamente.

Considerándose la fecha de siembra de las pasturas del presente trabajo temprana (10 de mayo), las tasas de crecimiento fueron menores, incluso en comparación con las fechas de siembra tardía de Capandeguy y Larriera (2013). A diferencia del vigente trabajo, no existió una situación de marcado déficit estival y las frecuencias e intensidades de pastoreo fueron más acordes para no comprometer el desempeño en la producción de la pastura, presentando mayores contribuciones de las especies sembradas al crecimiento de la pastura. Por lo que la diferencia en la tasa de crecimiento estaría dada por la baja proporción de las sembradas, 36% para el tratamiento Dac+Alf, 25%

para F+Tb+Lc y tan solo 5% para Rg+Tr, quien registró la menor tasa de crecimiento durante el período en estudio. Perdiendo relevancia las condiciones de humedad y temperatura ya que el potencial de producción de las mezclas estaría topeado por la baja proporción de sembradas.

De todas formas se procedió a analizar la evolución en la tasa de crecimiento en promedio de las tres mezclas forrajeras con la evolución de la temperatura media mensual durante el período experimental como puede observarse en la figura No. 10.

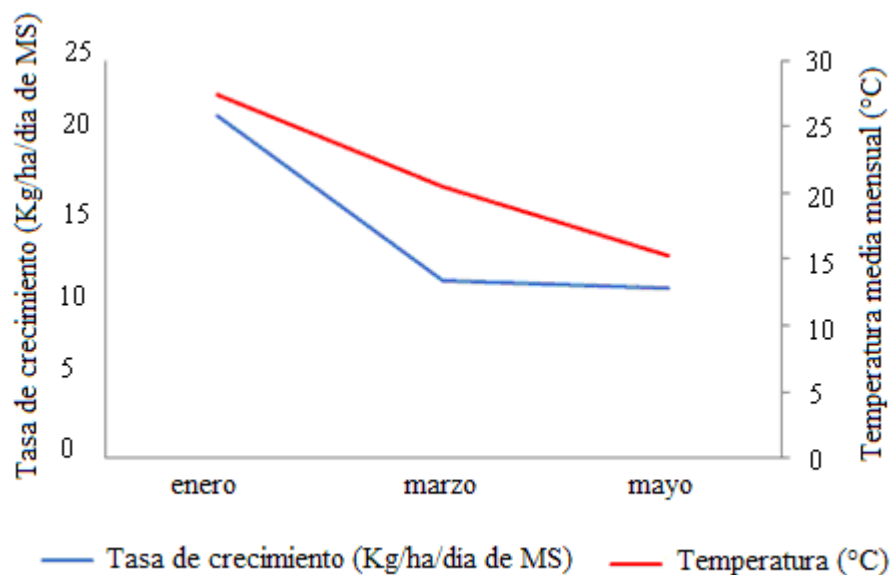


Figura No. 10. Evolución de la tasa de crecimiento en kg/ha/día de MS de las pasturas promedio y la temperatura promedio mensual durante el período experimental.

Desde enero a marzo, la tasa de crecimiento de las pasturas desciende al igual que el descenso de temperatura desde 27 °C en el mes de enero a 20 °C del mes de marzo. La temperatura continúa su descenso adentrado el otoño, alcanzando 15 °C en el mes de mayo, pero las tasas de crecimiento de las pasturas se mantuvieron inalteradas.

Como fue citado anteriormente, Carámbula (2002) menciona que las especies con metabolismo tipo C3, como lo son las estudiadas en el experimento, tienen un óptimo desempeño en el rango de temperaturas entre los 15 y 20 °C. En el período otoñal, las mismas se encontraron dentro de este rango (20,5; 18,7; y 15,3 °C para marzo, abril y mayo respectivamente) y la tasa de crecimiento se mantuvo en el orden de los 11 kg/ha/día de MS. En contraposición, para el período estival las tasas de crecimiento fueron mayores con temperaturas que superaron el rango óptimo,

alcanzando 27 °C en el mes de enero, registrándose la máxima tasa de crecimiento de 22 kg/ha/día de MS.

La explicación de la mayor tasa de crecimiento en enero, estaría dada a la gran proporción de malezas C4, ya que las mismas a diferencia de las especies sembradas encuentran mejores condiciones ambientales para desarrollarse en esta época. La tasa de crecimiento descende hacia el otoño, esto no se corresponde con lo esperado, ya que si bien como se nombró antes, en esta época es donde se dan las mejores condiciones para el desarrollo de las C3, el descenso en la tasa de crecimiento del forraje podría estar explicado por la evolución también descendente en la contribución de las gramíneas para los tres tratamientos y leguminosas de ciclo de producción invernal para los tratamientos F+Tb+Lc y Rg+Tr. Otra explicación sería el menor crecimiento de las malezas C4 al enfrentarse a las menores temperaturas del otoño, y estar concluyendo su ciclo, lo cual se aprecia por el aumento de los restos secos en la composición botánica.

Cuadro 8. Producción de forraje acumulado estacional en kg/ha de MS.

Tratamiento	Producción de forraje estival (kg/ha de MS)	Producción de forraje otoñal (kg/ha de MS)
Dac + Alf	880	494
F + Tb + Lc	902	450
Rg + Tr	1005	496

No se registraron diferencias significativas en producciones de forraje estacional de los tratamientos analizando el verano y otoño por separado. Sin embargo existe una gran heterogeneidad en los datos, explicada por los coeficientes de variación para la producción de forraje otoñal y de verano los cuales son muy altos, 30,7 y 35,5 respectivamente.

Al comparar las producciones de forraje estival con respecto a las de otoño, las primeras son mayores, representando el doble de la producción de forraje otoñal. Concordando con la evolución de las tasas de crecimiento expuesta anteriormente (figura No. 10).

Leborgne (2008) para una pastura de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano del primer año de vida de la pastura registró producciones de 900 kg/ha MS, las diferencias en producción con el tratamiento dos del presente experimento se dieron en otoño, 2200 kg/ha MS versus 450 kg/ha MS. Para el tratamiento tres, el mismo autor reporta producciones de forraje mayores tanto en el verano como en el otoño, 440 y 2024 kg/ha MS adicionales respectivamente para cada estación.

Se puede ratificar entonces que tanto la producción de forraje como la tasa de crecimiento en los tres tratamientos estudiados se vieron fuertemente disminuidas

durante el otoño del segundo año de vida. Estos parámetros están relacionados y las causas su disminución respecto a la estación de verano ya fueron analizadas anteriormente.

Cuadro 9. Producción de forraje acumulado en kg/ha de MS durante el período experimental para cada tratamiento.

Tratamiento	Producción de forraje (kg/ha de MS)
Dac + Alf	1374
F + Tb + Lc	1353
Rg + Tr	1500

No se encontraron diferencias significativas en cuanto a producción de forraje para los tres tratamientos.

Respecto a la magnitud en la producción de forraje, los resultados indican que las producciones son muy bajas, comparado con lo reportado por Leborgne (2008) en una gramínea perenne invernal, trébol blanco y lotus, y raigrás y trébol rojo durante el verano del primer año y el otoño del segundo año de vida de las pasturas, 3100 y 3965 kg/ha MS respectivamente.

Cabrera et al. (2013) reportaron una producción de forraje para una pastura de festuca, trébol blanco y lotus durante el período estivo otoñal superior, de 2941 kg/ha MS, con una asignación de forraje de 2,8 kg MS/100 kg PV, mientras la asignación de forraje del tratamiento F+Tb+Lc es de 3,5 kg MS/100 kg PV. En la composición botánica de esta pastura se dan diferencias importantes con respecto al presente trabajo, siendo mayores las contribuciones de las sembradas al disponible, en torno al 30% de festuca, 25% lotus y 7% trébol blanco. Siendo la falta de planta o lozanía de las mismas en el actual experimento lo que explica la baja producción. Dado fundamentalmente al efecto negativo de las condiciones ambientales desfavorables de diciembre-enero-febrero y del intenso pastoreo; explicando la baja producción del experimento actual en contraste con lo reportado por Cabrera et al. (2013).

4.3. PRODUCCIÓN ANIMAL

En este ítem se presentarán y analizarán los resultados de producción animal. Dividiendo el análisis en dos partes, la primera correspondiente al desempeño individual de los animales y la segunda a la producción animal por unidad de superficie.

4.3.1. Ganancia de peso vivo por animal

En el siguiente cuadro se presenta el peso vivo promedio inicial y final para cada tratamiento.

Cuadro 10. Peso vivo promedio inicial y final para cada tratamiento.

Tratamiento	PV inicio (kg)	PV fin (kg)
Dac + Alf	290 A	341 A
F + Tb + Lc	299 A	340 A
Rg + Tr	245 B	286 B

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

Como puede observarse en el cuadro No. 10, el tratamiento Rg+Tr tanto en el inicio como en el fin del experimento registró un peso vivo promedio inferior significativamente a los otros tratamientos. Con respecto a estos últimos, entre ellos no tuvieron diferencias significativas.

Debe aclararse que los animales que inician con menor peso vivo es debido a que ingresaron el invierno del año anterior y permanecieron pastoreando los mismos tratamientos. De manera de quitar el efecto de esta variable, se corrigieron todos los parámetros de producción animal por la covariable peso vivo inicial.

Cuadro 11. Ganancia media diaria por animal (kg PV/animal/día) y oferta de forraje (kg MS/100 kg PV) para cada tratamiento.

Tratamiento	Ganancia (kg PV/animal/día)	Oferta de forraje (kg MS/100 kg PV)
Dac + Alf	0,410	3,6
F + Tb + Lc	0,360	3,5
Rg + Tr	0,330	3,9
Promedio		3,7

La máxima diferencia entre las ganancias medias diarias de los tratamientos es de 80 gramos de PV/animal/día, la cual no generó diferencias estadísticamente significativas.

Abud et al. (2011), para el mismo período experimental reportaron GMD superiores, del orden de 1,26 kg PV/animal/día trabajando con OF mayores a las del presente trabajo, de entre 8,7 a 10,5 kg MS/100 kg PV para una pastura de festuca, trébol blanco y lotus. Por lo que se concluiría que la OF del actual experimento es muy baja y por consiguiente los desempeños individuales también lo son. A su vez, gran parte de la oferta de forraje estaba representada por malezas en estado reproductivo, explicando una baja calidad de la dieta y contribuyendo también con las bajas ganancias individuales.

Sin embargo, Molinelli et al. (2014), en una pastura de dactylis y alfalfa de similar condición en cuanto a calidad de forraje con el presente trabajo, dado por el alto porcentaje de malezas C4 que por su baja calidad nutritiva deprimen el consumo animal, obtuvieron GMD de 0,44 kg PV/animal/día con OF superior de 10 kg MS/100 kg PV/día, mayor disponibilidad de forraje (2370 kg/ha de MS), y mayor carga animal (3,2 UG/ ha). Lo cual hace valorar el desempeño individual obtenido en el presente trabajo, dado a que la diferencia en la GMD es ínfima con una OF contrastantemente inferior. También es importante resaltar que los animales de los trabajos anteriormente mencionados son más grandes que los del presente experimento, por lo que en proporción a su peso es más fácil que estos logren GMD superiores.

Con OF de 2 kg MS/100 kg PV/día Capandeguy y Larriera (2013) reportaron GMD superiores, de 0,9 kg PV/animal/día para una pastura de dactylis y alfalfa, la cual estuvo influenciada principalmente por una alta proporción de la leguminosa (56 %), atribuyéndole excelentes cualidades nutritivas a la dieta. A su vez, una mayor disponibilidad de forraje (2500 kg/ha de MS), explica un menor gasto energético de pastoreo, ya que al tener mayor disponibilidad y de alta calidad, el animal refleja una mayor tasa de consumo, un menor tiempo de pastoreo, y al ofrecerle baja asignación de forraje, el gasto energético en buscar el alimento es bajo, como menciona Chilbroste (2002).

Cabrera et al. (2013), trabajando con OF de 2,8 kg MS/100 kg PV reportaron GMD de 0,740 kg PV/animal/día para una pastura de festuca, trébol blanco y lotus. Con proporciones de festuca en torno al 30%, lotus 25%, trébol blanco 7 % y niveles de enmalezamiento menores a las del presente trabajo, 10 %. Además el forraje disponible en este caso fue superior (1966 kg/ha de MS), estando explicado el mejor desempeño animal principalmente por una mejor calidad y cantidad de pastura.

Cabrera et al. (2013), Capandeguy y Larriera (2013) obtuvieron GMD superiores a las del presente trabajo, incluso manejándose OF inferiores. Es importante destacar que la calidad nutritiva del forraje de estas pasturas es superior a las del actual experimento, permitiendo que se den estas diferencias ya que aunque el forraje ofrecido sea mayor el consumo no lo es. Dado por el alto porcentaje de gramíneas C4 como *Digitaria sanguinalis*, quienes provocan una depresión del consumo animal por la menor calidad nutritiva al alcanzar la etapa reproductiva avanzada y por concentrar la mayor parte de la MS en los estratos inferiores del tapiz.

Cuadro 12. Ganancia media diaria (kg PV/animal/día) estacional por animal para cada tratamiento.

Tratamiento	GD verano (kg PV/animal/día)	GD otoño (kg PV/animal/día)
Dac + Alf	0,430	0,440
F + Tb + Lc	0,400	0,310
Rg + Tr	0,380	0,220

Tampoco se encontraron diferencias significativas entre las ganancias medias diarias de los tratamientos para cada estación.

Por otro lado las ganancias diarias durante el verano para los tratamientos F+Tb+Lc y Rg+Tr fueron mayores a las obtenidas durante el otoño. En cambio para el tratamiento Dac+Alf, las GMD de otoño se mantuvieron en un nivel similar a las de verano.

Para determinar la explicación de estos resultados se procede a analizar la oferta de forraje para cada estación.

Cuadro 13. Oferta de forraje en kg MS/100 kg PV/día estacional.

Tratamiento	OF verano (kg MS/100 kg PV/d)	OF otoño (kg MS/100 kg PV/d)
Dac + Alf	4,3	3,0
F + Tb + Lc	4,0	2,9
Rg + Tr	4,5	3,2
Promedio	4,2	3,0

Al igual que en la producción de forraje y por consiguiente, la oferta de forraje es menor durante la estación otoñal para los tres tratamientos. El aumento de peso vivo de los animales también contribuyó a determinar la menor OF en esta estación.

Bianchi, citado por Carriquiry et al. (2002), sostiene que las ganancias individuales de peso vivo están influenciadas por dos factores, el consumo y la selección de una dieta de determinada calidad. Por lo que en este experimento la menor ganancia diaria de otoño en los tratamientos F+Tb+Lc y Rg+Tr respecto al verano, serían el resultado de una menor oferta de forraje otoñal, sumado a una dieta de menor calidad nutritiva por la evolución de la composición botánica, al verse aumentada la proporción de gramíneas C4 en estado reproductivo avanzado hacia el otoño, que por su endurecimiento disminuyen la calidad de la dieta. Además, la disminución en la

proporción de muchas de las especies sembradas hacia esta estación, determinó que el rebrote otoñal de las mismas sea muy bajo, considerándose casi nula la oferta de forraje de buena calidad procedente del rebrote en esta estación.

Con respecto al tratamiento Dac+Alf, pese a que la oferta de forraje de otoño fue menor a la de verano, las GMD de peso vivo en estas estaciones no difirieron. Por lo que se podría concluir que para este tratamiento la diferencia de ese punto porcentual en la oferta de forraje no es determinante del desempeño individual de los animales, dado a que la mayor determinante sería la selección de una dieta de mejor calidad nutritiva. Este tratamiento con mayor porcentaje del componente gramíneo-leguminoso y menor proporción de malezas, por lo que la calidad nutritiva del forraje ofrecido fue mayor respecto a los otros tratamientos. Fundamentalmente dado por la mayor proporción de alfalfa, la cual es muy apetecida por el ganado y presenta una excelente calidad nutritiva. Por lo que se concluye que el factor de mayor relevancia en la determinación de la GMD es la calidad de la dieta.

Hay que destacar que en las parcelas sobre las cual se desarrolló el experimento no contaba con sombra, una de las principales medidas de manejo a llevar a cabo durante el verano para paliar el efecto negativo del estrés calórico. Esto puede estar contribuyendo con el bajo desempeño productivo de los animales (Simeone, 2010).

4.3.2. Producción de peso vivo por hectárea

A continuación se presentan los datos de producción animal en kg de peso vivo por hectárea.

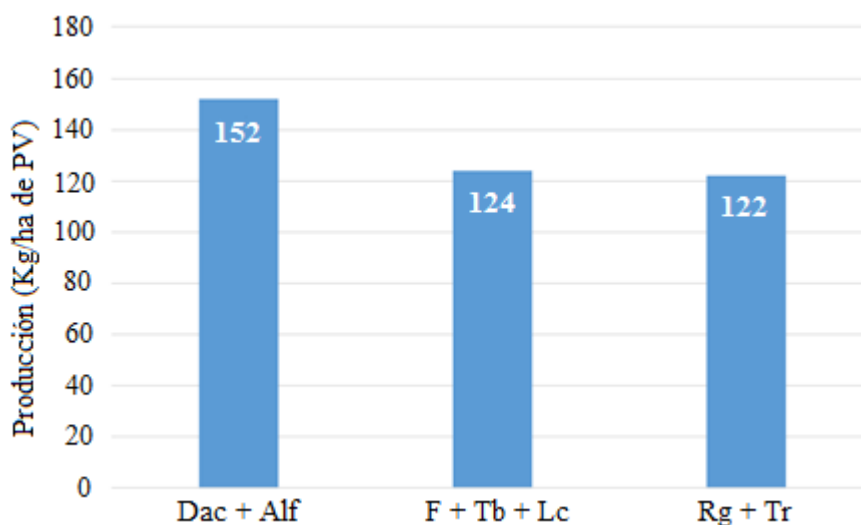


Figura No. 11. Producción en kg de peso vivo por hectárea para cada tratamiento.

Las eficiencias de producción de peso vivo fueron de 9, 11 y 12 kg MS/kg PV para el tratamiento Dac+Alf, F+Tb+Lc y Rg+Tr respectivamente. Dado a que la producción de forraje no presentó diferencias significativas, determinando asignaciones de forraje similares, la explicación en las diferencias de producción y eficiencia radicarían en la calidad nutritiva de la dieta. Este factor puede contemplarse en la composición botánica diferencial de los tratamientos, mientras el tratamiento Dac+Alf presentó 36% del componente especies sembradas, para F+Tb+Lc fue de 22 % y en Rg+Tr de 5 %.

El tipo de enmalezamiento observado, con especies de metabolismo C4 en estado reproductivo que determinan una menor calidad nutritiva de la dieta, fue menor en su contribución para el tratamiento Dac+Alf (49 %) respecto de los tratamientos F+Tb+Lc y Rg+Tr (60 y 74% respectivamente), los cuales registraron producciones de peso vivo menores.

Las diferencias numéricas entre ganancias medias diarias de los tratamientos no fueron significativas estadísticamente, pero al acumularse en el transcurso del período experimental determinaron que existiera una diferencia en la producción en torno a los 30 kg PV/ha a favor del tratamiento Dac+Alf.

Abud et al. (2011), evaluando el desempeño de una pastura de festuca, trébol blanco y lotus durante el período estivo-otoñal, concluye con la revisión de otros trabajos de mezclas forrajeras durante el período invierno-primaveral, que las ofertas de forraje en torno a los 6 kg MS/100 kg PV son las óptimas para estas estaciones, sosteniendo que para lograr niveles de producción animal similares durante el período de verano y otoño la oferta de forraje debiera ser mayor. Señalando una oferta de forraje en torno a 9 kg MS/100 kg PV, las cuales le permitieron obtener 245 kg PV/ha de producción animal.

Sin embargo, Cabrera et al. (2013) en el mismo período, para asignaciones de 2,8; 5,8 y 9,6 kg MS/100 kg PV obtuvieron mayores producciones de carne en las asignaciones más bajas (179, 102 y 80 kg PV/ha respectivamente).

De todas formas estos son trabajos con resultados en composición botánica de altas proporciones de las especies sembradas (entre 50 y 80%) y bajos niveles de enmalezamiento (10%), además de producciones de forraje mayores en comparación al presente experimento, 2,9 a 4 t/ha de MS en invierno (Cabrera et al., 2013) y 7,7 a 8,6 t/ha de MS en verano (Abud et al., 2011). Además de trabajar con animales más pesados a los del actual experimento, si bien menos eficientes en la conversión de pasto a carne, son de mayor tamaño, por lo cual proporcionalmente a su peso pueden lograr mayores ganancias medias diarias. A su vez, los animales del presente experimento son de menor edad, por lo que los requerimientos proteicos son mayores y las pasturas a excepción de Dact+Alf, pudieron ser limitantes en este aspecto fundamentalmente en otoño.

4.4. CONSIDERACIONES FINALES

En lo que respecta a los datos meteorológicos, si bien en la mayoría de los meses que transcurrió el experimento el balance hídrico fue positivo, en diciembre y enero la pastura sufrió un importante déficit hídrico, el mismo pudo ser la causa de muerte de las especies sembradas y del futuro establecimiento de malezas en las pasturas.

Las mezclas no difirieron en la producción primaria y su distribución en el período experimental, registrando valores entre 1350 y 1500 kg/ha de MS considerados bajos en comparación con otros trabajos similares para el período estivo-otoñal.

Pese a que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre alturas del remanente para cada tratamiento, hubo diferencias entre cantidades de materia seca de los mismos. El tratamiento con raigrás y trébol rojo presentó menor remanente expresado como kg/ha de MS, esto puede explicarse por el predominio de malezas de diferente hábito de crecimiento en relación a los otros tratamientos, las que determinaron que a igual altura haya una menor densidad.

Si bien no se encontraron diferencias significativas en cuanto a producción de forraje, se puede valorar el aporte de la mezcla compuesta por dactylis y alfalfa, ya que presenta un menor grado de enmalezamiento y mayor proporción de gramíneas-leguminosas respecto a los otros tratamientos. Resaltando el mejor comportamiento de dichas especies frente a condiciones adversas estivales.

Para los tratamientos F+Tb+Lc y Rg+Tr, el desempeño individual de los animales varió entre estaciones, observándose ganancias medias diarias de peso vivo mayores en el verano respecto de las de otoño. Lo mismo ocurrió en la producción de forraje estacional, determinando que la oferta de forraje otoñal disminuyera en un punto porcentual para todos los tratamientos. La disminución de este parámetro, sumado a los detrimentos en calidad nutritiva del forraje hacia el otoño por la disminución de las especies sembradas y el aumento del componente malezas gramíneas C4 como *Digitaria sanguinalis*, *Eragrostis lugens*, entre otras, son la explicación de la variación en el desempeño individual.

Para el tratamiento Dac+Alf, las ganancias medias diarias de peso vivo por animal se mantuvieron similares entre estaciones, pese a la disminución del punto porcentual de la oferta de forraje, por lo que el mayor porcentaje de sembradas y el menor enmalezamiento de este tratamiento mantendrían una calidad de la dieta forrajera superior a la de los tratamientos F+Tb+Lc y Rg+Tr, factor determinante de la similitud entre performance individuales de verano y otoño.

5. CONCLUSIONES

La producción primaria de los distintos tratamientos no se vio influenciada por las distintas especies componentes de los mismos, de manera que la mayoría de los parámetros como cantidad del disponible, producción de materia seca, cantidad de forraje desaparecido y porcentaje de utilización no difirieron estadísticamente entre las mezclas. Por lo que no se evidenciarían criterios objetivos que permitieran elegir entre las diferentes alternativas forrajeras estudiadas. Sin embargo, puede destacarse el desempeño del tratamiento dactylis-alfalfa, conteniendo una mayor proporción de especies sembradas y un menor grado de enmalezamiento respecto de los demás tratamientos. Resaltando el mejor comportamiento de dichas especies frente a condiciones estivales adversas.

La producción de forraje durante los meses que duró el experimento fue baja según información revisada, debido en primer lugar a una baja proporción de especies sembradas, seguido por el déficit hídrico que se registró en los meses de diciembre y enero, que probablemente acarrió una importante muerte de plantas con consecuente enmalezamiento, acentuado y prolongado durante el período experimental por otro factor determinante de la producción, las altas intensidades de pastoreo en dichas estaciones del año.

Las diferencias numéricas entre ganancias medias diarias de los tratamientos no fueron significativas estadísticamente, pero al acumularse en el transcurso del período experimental determinaron que sí existieran diferencias en la producción de peso vivo por hectárea a favor de la mezcla dactylis y alfalfa.

6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de forraje, la composición botánica, y la producción animal de tres diferentes mezclas forrajeras transcurriendo el primer verano y segundo otoño de vida. Estas fueron sembradas el 10 de mayo de 2013. Los tratamientos corresponden a tres mezclas, la primera compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*; la segunda por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*; y la última por *Trifolium pratense* y *Lolium perenne*. Las evaluaciones experimentales se llevaron a cabo en la estación experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la facultad de agronomía en el departamento de Paysandú (latitud 32° 23'31,6" S y longitud 58° 02'19,2" O). El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar generalizados, comprendiendo tres bloques con tres tratamientos cada uno. La unidad experimental es la parcela, correspondiendo cada una a un tratamiento diferente dentro de cada bloque, ocupando una superficie de unas 0,45 ha aproximadamente cada una (el área experimental abarcó 4,1 hectáreas). Las praderas fueron pastoreadas con 12 novillos de la raza Holando, con un peso individual promedio de 300 kg, cada tratamiento fue pastoreado con 4 novillos. El método de pastoreo fue rotativo y el criterio utilizado para el cambio de franja fue una intensidad de 5-7 cm. Los resultados de este trabajo sugieren que para las variables disponibilidad de forraje y altura del disponible no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos. Pero sí se encontraron diferencias en la composición botánica y su evolución; como en la distribución de la oferta de forraje durante el período experimental (verano-otoño). Se destaca la alta proporción de malezas en todas las mezclas y; un mayor aporte por parte de la mezcla dactylis-alfalfa, ya que es la que presenta un menor grado de enmalezamiento y el aporte de gramíneas-leguminosas es mayor respecto a las demás praderas. Se trabajó con una asignación de forraje promedio de 3,7 %. Las ganancias individuales de los animales no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. La eficiencia de conversión de kg de forraje producido a kg de carne arrojaron valores más eficientes para la mezcla Dac+Alf, seguida de F+Tb+Lc y por último Rg+Tr (9, 11 y 12 kg MS/kg PV respectivamente). Al acumularse las ganancias de peso en el transcurso del período experimental, hubo diferencias en la producción de carne por hectárea a favor del tratamiento Dac+Alf en relación a los otros dos, los cuales no difirieron entre ellos.

Palabras clave: Mezclas forrajeras; Composición botánica; Producción animal; Ganancia diaria.

7. SUMMARY

The objective of this study was to evaluate forage production, botanical composition and animal production of three different forage mixtures going by the first summer and second autumn of life. These were sown on May 10, 2013. Treatments correspond to three mixtures, the first one is composed by *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*; the second by *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa*, and the last one by *Trifolium pratense* and *Lolium perenne*. The experimental assessment were carried out in the experimental station Dr. Mario A. Cassinoni of the faculty of agronomy in the department of Paysandú (latitude 32 ° 23'31, 6 " S and longitude 58 ° 02'19, 2 " O). Blocks completed at random was the experimental design used, comprising three blocks with three treatments each block. The experimental unit is the plot, each plot corresponding to a different treatment within each block, occupying an area approximately of 0.45 hectares each one (the experimental area covered 4.1 hectares). The meadows were grazed with 12 Holstein steers race, with an average individual weight of 300 kg, each treatment was grazed with 4 steers. The grazing method was rotational and the criterion used in the change of fringe was an intensity of 5-7 cm. The results of this study suggest that for the variables availability of forage and height available do not exist statistically significant differences between treatments. But differences were found in the botanical composition and evolution; as in the distribution of supply during the experimental period (summer-autumn). The very high proportion of weed stands out in all blends and; a greater contribution by the dactylis-alfalfa mix, as is the one with a lower degree of weed growth and the contribution of grass-legume is higher compared to other meadows. An average forage allocation of 3.7% was used. Individual gains of animals do not showed significant differences among treatments. The conversion efficiency of kg of forage produced to kg of meat generate most efficient values for Dac+Alf mixture, followed by F+Tb+Lc and finally Rg+Tr (9, 11 and 12 kg DM / kg BW, respectively). To accumulate weight gains during the experimental period, there were differences in meat production per hectare in favor of Dac+Alf treatment in comparison to the other two, which did not differ between them.

Keywords: Forage mixtures; Botanical composition; Animal production; Daily gain.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Abud, M. J.; Gaudenti, C.; Orticochea, V.; Puig, V. M. 2011. Evaluación estivo-otoñal de mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 106 p.
2. 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.
3. Albano, E.; Álvarez, G.; Núñez, R. 2010. Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre la productividad estivo-otoñal de una pradera de primer año con agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 114 p.
4. Alcock, M. B. 1964. An improved electronic instrument for estimation of pasture yield. *Nature*. 203: 1309-1310.
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. Altamirano, A.; da Silva H.; Durán, A.; Panario, U.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
7. Anderson, A. J.; Maclachlan, K. D. 1951. The residual effect of phosphorus on soil fertility and pasture development on acid soils. *Australian Journal of Agricultural Research*. 2: 377-400.
8. Arenares, G.; Quintana, C.; Rivero, J. 2011. Efecto de tipo de mezcla forrajera sobre la productividad del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 89 p.
9. Barnes, D. K.; Scheaffer, C. C. 1995. Alfalfa. In: Barnes, R. F.; Miller, D. A.; Nelson, C. J. eds. *Forages; an introduction to grassland agriculture*. 5th. ed. Ames, IA, Iowa State University Press. v.1, cap. 16. pp. 206-211.
10. Bartaburu, D. s.f. Estrés calórico un tema de bienestar animal y productivo. (en línea). *Revista del Plan Agropecuario*. no. 121: 46-49. Consultado may. 2014.

Disponible en

http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R121/R121_46.pdf

11. Beretta, V.; Simeone, A.; Bentancur, O.; Invernizzi, G.; Puig, C.; Viroga, S. 2007. Efecto de la asignación de forraje y el tiempo de ocupación de la parcela sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes en invierno. (en línea). In: Reunión de ALPA (20^a., 2007, Cusco). Trabajos presentados. Cusco, ALPA. pp. 1-4. Consultado 15 oct. 2011. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/90-Beretta_ocupacion.pdf
12. Bianchi, S.; Díaz, A.; Musacco, M. 2012. Evaluación estivo-otoñal de cuatro mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 102 p.
13. Blaser, R. E.; Hammes, R. C.; Bryant, H. T.; Hardison, W. A.; Fontenet, J. P.; Engel, R. W. 1960. The effect of selective grazing on animal output. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Reading). Proceedings. Reading, University of Reading. pp. 601 – 606.
14. Brougham, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7 (5): 377-387.
15. Byant, H. T.; Blaser, R. E.; Peterson, J. R. 1972. Effect of trampling by cattle on bluegrass yield and soil compaction of a Meadowville Loam. *Agronomy Journal*. 64: 331-334.
16. Cabrera, J. G.; Luzardo, A.; Mackinnon, P. J. 2013. Efecto de la dotación animal en una mezcla forrajera en el período estivo-otoñal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
17. Capandeguy, J.; Larriera, M. 2013. Producción estivo-otoñal de dos mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 92 p.
18. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 464 p.
19. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
20. _____. Terra, J. A. 2000. Las sequías; antes, durante y después. Montevideo, Uruguay, INIA. 133 p. (Boletín de Divulgación no. 74).

21. _____. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
22. _____. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
23. _____. 2007a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
24. _____. 2007b. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.3, 403 p.
25. _____. 2010. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
26. Carriquiry, J.; Normey, R.; Pardiñas, P. 2002. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 88 p.
27. Chilibroste, P. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño-invernal. In: Jornadas de Buiatría (10hs., 2002, Paysandú, UY). Memorias. Paysandú, CMVP. p. 21.
28. Church, D. C. 1984. Alimentos y alimentación del ganado. Treinta y Tres, Hemisferio Sur. t.1, s.p.
29. Dament, R. 2013. Pastizales en el sur de Chile. (en línea). Temuco, Universidad de la Frontera. 139 p. Consultado abr. 2015. Disponible en http://praderasypasturas.com/rolando/04.-Publicaciones/01.-Publicaciones_Docentes/2013_Pastizales_en_el_Sur_de_Chile.pdf
30. De León, M. 2007. Interacciones “pastura-animal”. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Cuadernillo clásico de forrajeras no. 135. 2 p.
31. De Souza, P. A.; Presno, J. P. 2013. Productividad invierno-primaveral de praderas mezclas con *Festuca arundinacea* o *Dactylis glomerata* en su tercer año pastoreadas con novillos Holando con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.
32. Donald, C. M. 1963. Competition among crop and pasture plants. *Advances in Agronomy*. 15 (1): 1-118.

33. Durán, A. 1985. Factores y procesos de la formación del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 143 p.
34. Escuder, C. J. 1997. Manejo de la defoliación. Efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C. ed. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA. EEA Balcarce. pp. 65 – 83.
35. Fariña, M. F.; Saravia, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 82 p.
36. Federer, C. A.; Tempas, G. H.; Schmidt, D. R.; Tanner, C. B. 1961. Pasture and soil compaction by animal traffic. *Agronomy Journal*. 53: 53-54.
37. Folgar, L. H.; Vega, G. 2013. Efecto de la dotación animal sobre la producción invierno-primaveral de una pastura de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* de tercer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 118 p.
38. Formoso, F. 1993. Lotus corniculatus; performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).
39. _____. 1995. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. p. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
40. _____. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semilla. Montevideo, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
41. García, J. A.; Millot, J. C. 1995. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 66).
42. Giménez, A.; Ríos, A. 1992. Ecofisiología de malezas. *Investigaciones Agronómicas*. 1(2): 157-166.
43. Hanson, C. H. 1972. Ciencia y tecnología de la alfalfa. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 432 p.
44. Harris, W.; Lazenby, A. 1974. Competitive interaction of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. *Australian Journal of Agricultural Research*. 25 (2): 227-246.

45. Hay, M.; Hunt, W. 1989. Competition from associated species of white and red clover in grazed swards. *In*: Marten, G. ed. Persistence of forage legumes. Madison, WI, American Society of Agronomy. pp. 143-156.
46. Hodgson, J. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.
47. Holmes, W. 1989. Grass; its production and utilization. 2nd. ed. s.l, Blackwell. s.p.
48. Hughes, R.; Jackson, D. K. 1974. Impact of grazing management on sward survival. *Journal of British Grassland Society*. 29: 76.
49. INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). 2009. Catálogo. (en línea). Montevideo. 37 p. Consultado jun. 2014. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~eefas/docs/Publicacion%20INASE%20SALTO.pdf>
50. _____. 2011. Catálogo. (en línea). Montevideo. 94 p. Consultado jun. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2010/publicacionforraj2010.pdf
51. _____. 2012. Catálogo. (en línea). Montevideo. 101 p. Consultado jun. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2011/PubForrajeras2011.pdf
52. _____. 2013. Catálogo. (en línea). Montevideo. 107 p. Consultado jun. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2012/PubForrajeras2012.pdf
53. Jones, R. J.; Griffiths, D.J.; Waite, R. B.; Fergus, I.F. 1968. The production and persistence of grazed irrigated pasture mixtures in southeastern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 31 (8): 177-189.
54. Kretschmer, A. 1989. Tropical forage legumes development disparity and methodology for determining persistence. *In*: Marten, G. ed. Persistence of forage legumes. Madison, WI, American Society of Agronomy. pp. 117-138.
55. Langer, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.

56. Leborgne, R. 2008. Antecedentes técnicos y metodologías para presupuestación en establecimientos lecheros. Montevideo, Hemisferio Sur. 53 p.
57. Maciel, P.; Tucci, A. 2015. Evaluación de la producción de forraje de tres mezclas de primer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 88 p.
58. MGAP. DIRENARE (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección General de Recursos Naturales Renovables, UY). s.f. Descripción de grupos de suelos CONEAT. (en línea). Montevideo. 62 p. Consultado may. 2014. Disponible en <http://www.cebra.com.uy/renare/media/Descripci%C3%B3n-de-Grupos-de-Suelos-CONEAT-1.pdf>
59. Molinelli, P. L.; Odella, F. A.; Verrastro, M. 2014. Efecto de la mezcla forrajera y fecha de siembra en la producción de forraje, composición botánica y respuesta animal durante su segundo verano y tercer otoño de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 118 p.
60. Moliterno, E. A. 2000. Caracterización de la producción inicial de diversas mezclas forrajeras. Agrociencia (Montevideo). 4(1): 31-49.
61. Montossi, F.; Risso, D.; Pigurina, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).
62. Munro, J. M.; Walters, R. J. 1986. The feeding value of grass. In: Frame, J. ed. Grazing. Great Malvern, UK, British Grassland Society. pp. 65-78 (Occasional Symposium no. 19).
63. Muslera, E.; Ratera, C. 1984. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento. Madrid, Mundi-Prensa. 702 p.
64. Parsons, A. J.; Leafe, E. L.; Collett, B.; Penning, P. D.; Lewis, J. 1983. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. Journal of Applied Ecology. 20: 127-139.
65. _____; Penning, P. D. 1988. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. Grass and Forage Science. 43: 15-27.

66. Rebuffo, M. 2000. Implantación. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 29-36 (Boletín de Divulgación no. 69).
67. _____. 2005. Alfalfa principios de manejo de pastoreo. Revista INIA. no. 5: 2-4.
68. 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.
69. Rovira, J. 2008. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 336 p.
70. Saldanha, S.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2010. Intensidad del pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv Horizont. *Agrociencia* (Montevideo). 14 (1): 44 – 54.
71. Santiñaque, F.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. *Miscelánea CIAAB*. no. 1: 16-21.
72. Simeone, A.; Beretta, V.; Elizalde, J. C.; Cortazzo, D.; Viera, D. 2010. La problemática del verano en la recría y engorde de ganado de carne en condiciones de pastoreo y de corral. In: Jornada Anual de la U.P.I.C. (10^a, 2010, Paysandú). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, UPIC. cap. 5, pp. 58-62.
73. Smetham, M. L. 1981. Manejo del pastoreo. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 210-270.
74. Tothill, J.; Hargreaves, J.; Jones, R. 1978. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. CSIRO. *Tropical Agronomy. Technical Memorandum no. 8*. 20 p.
75. Vallentines, J. F. 1990. *Grazing management*. San Diego, CA, Academic Press. 533 p.
76. Voisin, A. 1962. *Dinámica de los pastos*. Madrid, Tecnos. 852 p.
77. Waldo, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interaction. *Journal of Dairy Science*. 69 (2): 617-631.
78. Willoughby, W. M. 1954. Some factors affecting grass-clover relationships. *Australian Journal of Agricultural Research*. 5: 157-180.

79. Zanoniani, R.; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género lotus en el Uruguay. *Cangüé* no. 25: 5-11.
80. _____. Boggiano, P.; Cadenazzi, M.; Silverira, D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reuniao do Grupo Técnico em Forrageiras de Cone Sul. Grupo Campos (21ª., 2006, Pelotas). Trabajos presentados s.n.t. 1 disco compacto.

9. ANEXOS

Anexo No. 1. Cantidad y altura de forraje disponible.

Cantidad de forraje disponible (kg/ha MS).

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISP CORREG	9	0,89	0,79	4,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	146052,98	4	36513,24	8,33	0,0320
BLOQUE	118880,04	2	59440,02	13,56	0,0165
TRATAMIENTO	27172,94	2	13586,47	3,10	0,1538
Error	17528,98	4	4382,24		
Total	163581,96	8			

Altura de forraje disponible (centímetros).

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT DISP	9	0,78	0,56	13,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	43,86	4	10,96	3,52	0,1251
BLOQUE	19,50	2	9,75	3,13	0,1519
TRATAMIENTO	24,36	2	12,18	3,91	0,1144
Error	12,45	4	3,11		
Total	56,31	8			

Anexo No. 2. Cantidad y altura de forraje remanente.

Cantidad de forraje remanente (kg MS/ha).

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM Kg./HA	9	0,97	0,94	2,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	35011,08	4	8752,77	34,61	0,0023
BLOQUE	1125,47	2	562,73	2,23	0,2240
TRATAMIENTO	33885,62	2	16942,81	67,00	0,0008
Error	1011,51	4	252,88		
Total	36022,60	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=27,67997

Error: 252,8778 gl: 4

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
F+Tb+Lc	813,47	3	9,18 A
Dac+Alf	800,33	3	9,18 A
Rg+Tr	677,23	3	9,18 B

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

Altura de forraje remanente (centímetros).

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT REM	9	0,68	0,35	6,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,91	4	0,23	2,08	0,2476
BLOQUE	0,43	2	0,21	1,96	0,2552
TRATAMIENTO	0,48	2	0,24	2,20	0,2264
Error	0,44	4	0,11		
Total	1,35	8			

Anexo No. 3. Regresión entre altura y cantidad de forraje remanente para cada tratamiento.

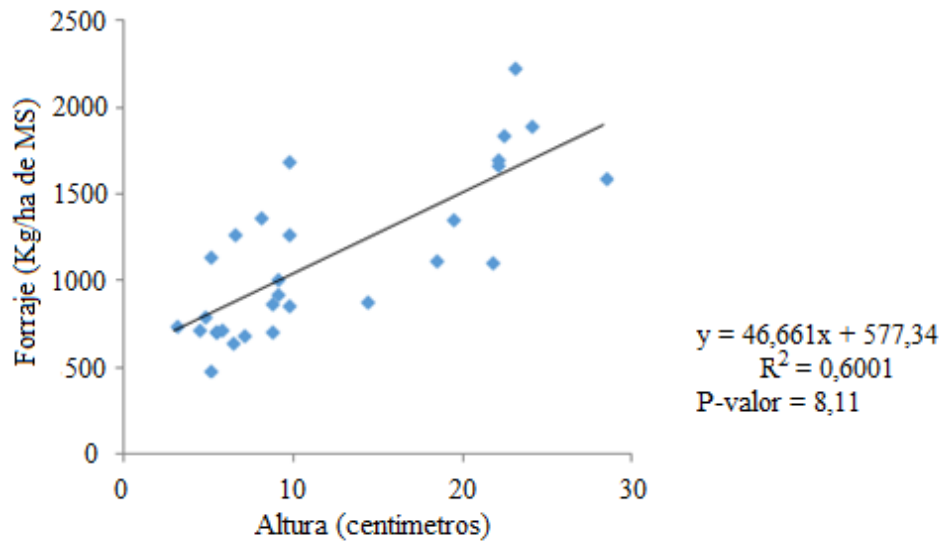


Figura No. 1. Tratamiento *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*.

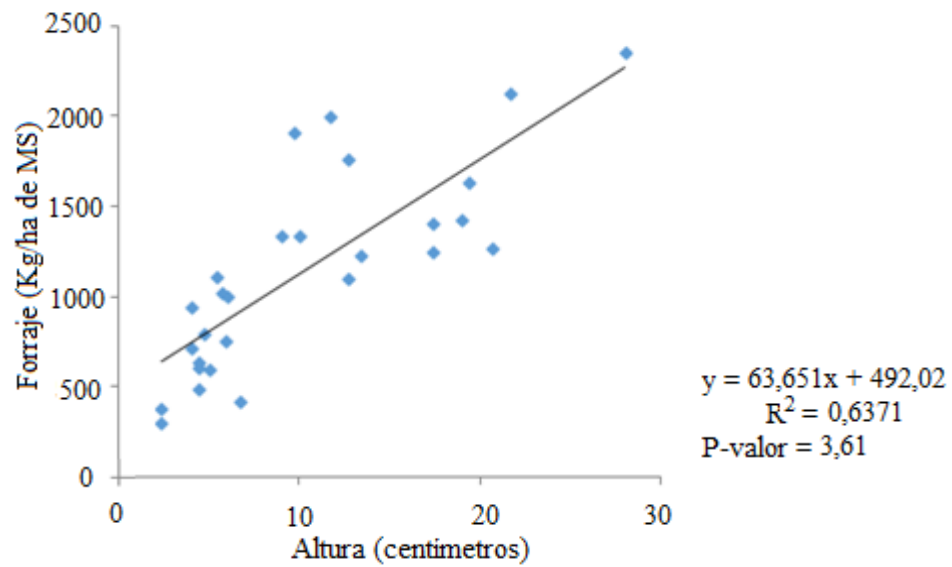


Figura No. 2. Tratamiento *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

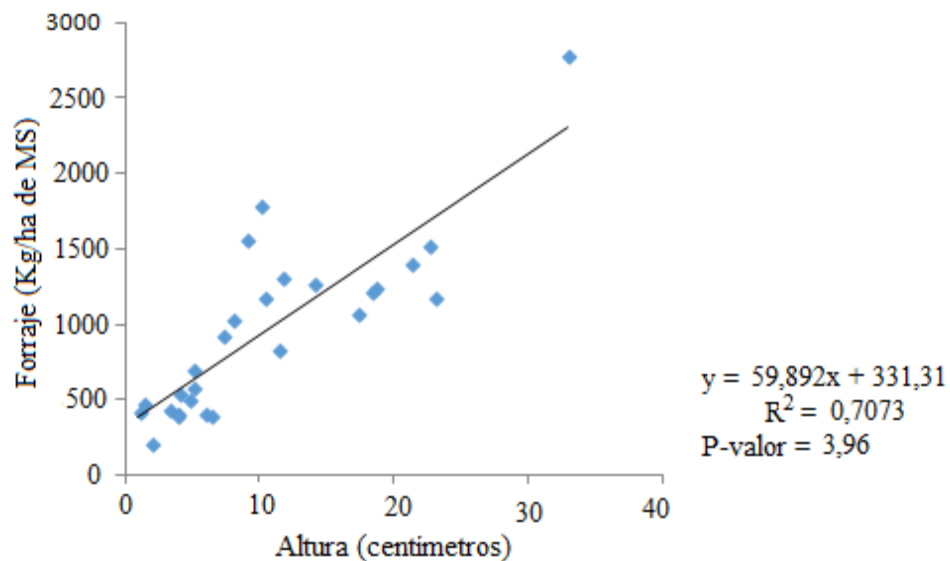


Figura No. 3. Tratamiento *Lolium perenne* y *Trifolium pratense*

Anexo No. 4. Composición botánica.

Gramíneas (% en base seca).

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRAM %	9	0,77	0,54	72,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	191,78	4	47,94	3,32	0,1360
BLOQUE	22,22	2	11,11	0,77	0,5216
TRATAMIENTO	169,56	2	84,78	5,87	0,0646
Error	57,78	4	14,44		
Total	249,56	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,61547

Error: 14,4444 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n E.E.

Dac+Alf	11,33	3	2,19	A
F+Tb+Lc	2,67	3	2,19	B
Rg+Tr	1,67	3	2,19	B

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

Leguminosas (% en base seca).

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LEG%	9	0,85	0,70	42,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1166,00	4	291,50	5,77	0,0590
BLOQUE	312,00	2	156,00	3,09	0,1544
TRATAMIENTO	854,00	2	427,00	8,46	0,0366
Error	202,00	4	50,50		
Total	1368,00	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=12,36961

Error: 50,5000 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n E.E.

Dac+Alf	25,00	3	4,10	A
F+Tb+Lc	22,00	3	4,10	A
Rg+Tr	3,00	3	4,10	B

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

Malezas (% en base seca).

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MALEZA%	9	0,78	0,56	14,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1137,11	4	284,28	3,55	0,1238
BLOQUE	192,89	2	96,44	1,20	0,3897
TRATAMIENTO	944,22	2	472,11	5,89	0,0642
Error	320,44	4	80,11		
Total	1457,56	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=15,57961

Error: 80,1111 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n E.E.

Rg+Tr	74,33	3	5,17	A
F+Tb+Lc	60,00	3	5,17	A B
Dac+Alf	49,33	3	5,17	B

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

Restos secos (% en base seca).

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RS %	9	0,51	0,02	38,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	264,44	4	66,11	1,05	0,4816
BLOQUE	88,22	2	44,11	0,70	0,5484
TRATAMIENTO	176,22	2	88,11	1,40	0,3461
Error	251,78	4	62,94		
Total	516,22	8			

Suelo desnudo (% en cobertura).

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S.D	9	0,67	0,33	26,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	148,00	4	37,00	2,00	0,2593
BLOQUE	86,00	2	43,00	2,32	0,2139
TRATAMIENTO	62,00	2	31,00	1,68	0,2961
Error	74,00	4	18,50		
Total	222,00	8			

Anexo No. 5. Forraje desaparecido y porcentaje de utilización del forraje.

Forraje desaparecido (Kg/ha MS).

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DES Kg./HA	9	0,71	0,42	14,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	43361,55	4	10840,39	2,46	0,2025
BLOQUE	40441,85	2	20220,92	4,58	0,0922
TRATAMIENTO	2919,71	2	1459,85	0,33	0,7362
Error	17641,03	4	4410,26		
Total	61002,58	8			

Porcentaje de utilización del forraje.

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% UTIL	9	0,84	0,67	7,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	148,67	4	37,17	5,07	0,0725
BLOQUE	92,67	2	46,33	6,32	0,0578
TRATAMIENTO	56,00	2	28,00	3,82	0,1182
Error	29,33	4	7,33		
Total	178,00	8			

Anexo No. 6. Tasa de crecimiento del forraje (Kg/ha de MS/día).

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T CREC	9	1,00	1,00	0,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	89,20	4	22,30	1254,44	<0,0001
BLOQUE	88,16	2	44,08	2479,56	<0,0001
TRATAMIENTO	1,04	2	0,52	29,31	0,0041
Error	0,07	4	0,02		
Total	89,28	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,23209

Error: 0,0178 gl: 4

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
F+Tb+Lc	13,77	3	0,08 A
Rg+Tr	13,67	3	0,08 A
Dac+Alf	13,00	3	0,08 B

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

Anexo No. 7. Producción de forraje (Kg/ha MS) acumulado durante el período experimental.

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CREC AJUS	9	0,93	0,87	6,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	459650,91	4	114912,73	13,93	0,0129
BLOQUE	421579,91	2	210789,95	25,55	0,0053
TRATAMIENTO	38071,00	2	19035,50	2,31	0,2156
Error	33005,75	4	8251,44		
Total	492656,66	8			

Anexo No. 8. Producción de forraje estival (kg/ha MS).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
CREC AJUS	9	0,05	0,00	30,70	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	26566,22	2	13283,11	0,16	0,8531
TRATAMIENTO	26566,22	2	13283,11	0,16	0,8531
Error	488391,33	6	81398,56		
Total	514957,56	8			

Anexo No. 9. Producción de forraje otoñal (kg/ha MS).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
CREC AJUS	9	0,02	0,00	35,52	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3964,67	2	1982,33	0,07	0,9349
TRATAMIENTO	3964,67	2	1982,33	0,07	0,9349
Error	174677,33	6	29112,89		
Total	178642,00	8			

Anexo No. 10. Peso vivo promedio inicial (kg PV/animal).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PV inicio	12	0,56	0,46	8,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6720,17	2	3360,08	5,75	0,0246
Tratamiento	6720,17	2	3360,08	5,75	0,0246
Error	5257,50	9	584,17		
Total	11977,67	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=31,32872

Error: 584,1667 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2,00	298,75	4	12,08 A
1,00	290,00	4	12,08 A
3,00	244,75	4	12,08 B

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

Anexo No. 11. Peso vivo promedio final (kg PV/animal).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PV fin	12	0,48	0,36	9,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8067,17	2	4033,58	4,13	0,0533
Tratamiento	8067,17	2	4033,58	4,13	0,0533
Error	8781,50	9	975,72		
Total	16848,67	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=40,48902

Error: 975,7222 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1,00	341,25	4	15,62 A
2,00	340,75	4	15,62 A
3,00	286,00	4	15,62 B

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

Anexo No. 12. Ganancia media diaria por animal (kg PV/día/animal).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GD prom./an	12	0,10	0,00	40,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	0,02	3	0,01	0,28	0,8366	
Tratamiento	0,01	2	0,01	0,31	0,7445	
PV inicio	2,2E-03	1	2,2E-03	0,10	0,7600	6,5E-04
Error	0,18	8	0,02			
Total	0,20	11				

Anexo No. 13. Ganancia media diaria por animal estival (kg PV/día/animal).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GD Verano/an	12	0,03	0,00	43,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	0,01	3	2,6E-03	0,08	0,9683	
Tratamiento	0,01	2	2,7E-03	0,09	0,9178	
PV inicio	4,3E-04	1	4,3E-04	0,01	0,9095	2,9E-04
Error	0,25	8	0,03			
Total	0,26	11				

Anexo No. 14. Ganancia media diaria por animal otoñal (kg PV/día/animal).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GD Otoño/an	12	0,17	0,00	79,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	0,11	3	0,04	0,56	0,6575	
Tratamiento	0,10	2	0,05	0,76	0,4977	
PV inicio	0,01	1	0,01	0,08	0,7784	1,0E-03
Error	0,54	8	0,07			
Total	0,65	11				