

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y CARNE DE CUATRO MEZCLAS  
FORRAJERAS EN SU PRIMER VERANO Y SU SEGUNDO OTOÑO DE VIDA

por

Mauro Adolfo ANTONACCIO GUEDES  
Mathías MAILHOS ALGORTA  
Jorge Carlos ZERBINO MENÉNDEZ

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2016

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

-----  
Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

-----  
Ing. Agr. MSc. David Silveira

Fecha:

21 de diciembre de 2016

Autores:

-----  
Mauro Adolfo Antonaccio Guedes

-----  
Mathías Mailhos Algorta

-----  
Jorge Carlos Zerbino Menéndez

## **AGRADECIMIENTOS**

En especial agradecer a nuestras familias por el apoyo brindado durante nuestra carrera.

A nuestro tutor de tesis Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani por confiarnos el presente trabajo de tesis y por la disposición permanente a lo largo de la elaboración de este trabajo.

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

A Sully Toledo por su guía en los aspectos formales del trabajo.

A todos los que hicieron posible la elaboración de este trabajo de tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LAS MEZCLAS .....	3
2.1.1. <u>Festuca arundinacea</u> .....	3
2.1.2. <u>Dactylis glomerata</u> .....	5
2.1.3. <u>Trifolium repens</u> .....	7
2.1.4. <u>Lotus corniculatus</u> .....	10
2.1.5. <u>Medicago sativa</u> .....	12
2.2. MEZCLA FORRAJERA.....	14
2.3. EFECTO DEL PASTOREO .....	18
2.3.1. <u>Introducción</u> .....	18
2.3.2. <u>Defoliación</u> .....	19
2.3.2. <u>Parámetros que definen el pastoreo</u> .....	20
2.3.2.1. Intensidad.....	20
2.3.2.2. Frecuencia.....	21
2.3.3. <u>Efectos del pastoreo sobre el desempeño animal</u> .....	23
2.3.4. <u>Efecto del pastoreo sobre las especies que componen la mezcla                 y su producción</u> .....	25
2.3.5. <u>Pisoteo y devecciones</u> .....	26
2.3.6. <u>Efecto sobre la fisiología de las plantas</u> .....	27
2.3.7. <u>Efecto sobre el rebrote</u> .....	28
2.3.8. <u>Efecto sobre las raíces</u> .....	29
2.3.9. <u>Efecto sobre la utilización del forraje</u> .....	29
2.3.10. <u>Efecto sobre la calidad</u> .....	30
2.3.11. <u>Efecto sobre la composición botánica</u> .....	32
2.3.12. <u>Efecto sobre la persistencia</u> .....	33

2.4. PRODUCCIÓN ANIMAL.....	35
2.4.1. <u>Aspectos generales de la producción animal en pastoreo</u> .....	35
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	37
3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES .....	37
3.1.1. <u>Ubicación y descripción del sitio experimental</u> .....	37
3.1.2. <u>Antecedentes del área experimental</u> .....	37
3.2. TRATAMIENTOS.....	38
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	38
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	39
3.4.1. <u>Variables estudiadas</u> .....	39
3.4.1.1. Disponibilidad y remanente de materia seca .....	39
3.4.1.2. Altura del forraje disponible y del remanente.....	40
3.4.1.3. Forraje desaparecido .....	40
3.4.1.4. Porcentaje de desaparición.....	40
3.4.1.5. Producción de materia seca.....	40
3.4.1.6. Tasa de crecimiento .....	40
3.4.1.7. Composición botánica.....	40
3.4.1.8. Selectividad relativa.....	41
3.4.1.9. Relación parte aérea/raíz.....	41
3.4.1.10. Peso de los animales y ganancia de peso .....	41
3.4.1.11. Producción de peso vivo .....	42
3.4.1.12. Oferta de forraje .....	42
3.4.1.13. Eficiencia de utilización.....	42
3.5. HIPÓTESIS .....	42
3.5.1. <u>Hipótesis biológica</u> .....	42
3.5.2. <u>Hipótesis estadística</u> .....	43
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	43
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	44
4.1. DATOS METEOROLÓGICOS.....	44
4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE .....	46

4.2.1. <u>Forraje disponible</u> .....	46
4.2.2. <u>Altura de forraje disponible</u> .....	48
4.2.3. <u>Forraje remanente</u> .....	50
4.2.4. <u>Forraje desaparecido</u> .....	54
4.2.4. <u>Porcentaje de utilización</u> .....	55
4.2.5. <u>Tasa de crecimiento</u> .....	56
4.2.6. <u>Producción de forraje</u> .....	57
4.2.7. <u>Composición botánica</u> .....	59
4.2.8. <u>Selectividad relativa</u> .....	64
4.2.9. <u>Relación parte aérea-raíz</u> .....	65
4.2.10. <u>Sistema radicular</u> .....	67
4.2.11. <u>Densidad de plantas y macollos de gramíneas y sus pesos</u> .....	68
4.3. <u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u> .....	69
4.3.1. <u>Peso y ganancia de peso</u> .....	69
4.3.2. <u>Producción de peso vivo</u> .....	71
4.3.3. <u>Asignación de forraje</u> .....	72
4.3.4. <u>Eficiencia de utilización</u> .....	75
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	79
6. <u>RESUMEN</u> .....	81
7. <u>SUMMARY</u> .....	82
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	83
9. <u>ANEXOS</u> .....	94

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción de forraje anual acumulada de los cultivares de <i>Festuca arundinacea</i> cv Tacuabé y cv Brava INTA. ....	5
2. Producción de forraje promedio (2009, 2010, 2011, 2012), máximo y mínimo según año de vida de <i>Dactylis glomerata</i> cultivar INIA Perseo, expresado en kg/ha/año de MS. ....	7
3. Balance hídrico noviembre-junio 2015 .....	46
4. Forraje disponible promedio por tratamiento (kg/ha MS) .....	47
5. Altura disponible promedio por tratamiento (cm) .....	49
6. Forraje remanente promedio por tratamiento (kg/ha MS) .....	51
7. Altura remanente promedio por tratamiento (cm) .....	53
8. Forraje desaparecido promedio por tratamiento (kg/ha MS) .....	54
9. Porcentaje de utilización por tratamiento (%).....	55
10. Tasa de crecimiento diaria por tratamiento (kg/ha MS).....	56
11. Crecimiento ajustado por pastoreo.....	57
12. Producción relativa de gramíneas y leguminosas por tratamiento para el segundo pastoreo (kg/ha MS) .....	59
13. Composición botánica disponible promedio primer pastoreo.....	60
14. Composición botánica disponible del segundo pastoreo .....	62
15. Composición botánica del remanente del primer pastoreo .....	63
16. Composición botánica remanente del segundo pastoreo .....	64
17. Selectividad relativa del componente leguminoso y gramíneo (%).....	65
18. Relación parte aérea-parte radicular de las leguminosas .....	66
19. Relación parte aérea-parte radicular de las gramíneas .....	66
20. Relación parte aérea-parte radicular para las diferentes especies según frecuencia de corte primaveral.....	67
21. Profundidad radicular para gramíneas y leguminosas .....	67
22. Número de plantas/m <sup>2</sup> , número de macollos/planta, número de macollos/m <sup>2</sup> y peso de los mismos .....	68
23. Peso promedio de los novillos al inicio, final y promedio del período.....	70
24. Ganancias de peso vivo promedio por tratamiento .....	70
25. Ganancia de peso vivo por pastoreo y total por animal, y producción de peso vivo por hectárea total. ....	72
26. Asignación de forraje por tratamiento del primer pastoreo .....	73
27. Asignación de forraje por tratamiento para el segundo pastoreo .....	75
28. Eficiencia de utilización del desaparecido por tratamiento para el primer pastoreo.....	76
29. Eficiencia de utilización del desaparecido por tratamiento del segundo pastoreo...	77

Figura No.

1 Croquis del área experimental.....	38
2 Registro de precipitaciones durante el experimento comparado con el promedio histórico.....	44
3 Registro mensual de temperaturas medias, en comparación con la media de la serie histórica 2002-2014 .....	45
4 Evolución del forraje disponible y remanente .....	52

## 1. INTRODUCCIÓN

En el corto período que ha transcurrido del siglo XXI se han dado diversas modificaciones en lo que respecta a la producción agropecuaria uruguaya. Ésta se caracterizaba por ser principalmente ganadera, casi exclusivamente con producción pastoril sobre campo natural. Otros rubros como la forestación y la agricultura mayoritariamente de secano, fueron ganando terreno en la economía uruguaya y tomando con ellos los terrenos de mayor fertilidad.

Hoy en día los bajos precios de los "commodities" internacionales, costos de insumos y fletes han producido en la agricultura una baja abrupta en sus márgenes económicos. Esto ha producido un abandono de tierras de muy buena aptitud para ser explotadas quizás por un rubro más estable y más sustentable como la ganadería.

Este escenario exige una intensificación a nivel de producción buscando recuperar áreas de muy buena fertilidad que están saliendo de una rotación agrícola. Es aquí que la utilización de pasturas sembradas de manera intensiva permitiría aumentar la producción de forraje así como su calidad con el fin de obtener una rentabilidad que pueda superar a la agricultura. Según Carámbula (2002a) existen diversas variantes como pueden ser, el uso de pasturas mixtas de gramíneas y leguminosas (praderas convencionales, permanentes, plurianuales o de larga vida), leguminosas puras (bancos de proteínas y cultivos donantes de nitrógeno) y gramíneas puras con nitrógeno (verdeos o pasturas temporarias o de corta vida).

Es muy común en la ganadería uruguaya la utilización de pasturas perennes mixtas de gramíneas y leguminosas buscando explotar al máximo el potencial productivo de cada una de ellas, sumado a la complementación que éstas ejercen mutuamente para obtener una producción más estable a lo largo del año.

Según Carámbula (2010a) las gramíneas como columna vertebral de la pastura aportándole productividad sostenida por muchos años, adaptación a gran variedad de suelos, explotación total del nitrógeno simbiótico, estabilidad en la pastura, baja sensibilidad al pastoreo y corte entre otras. Mientras que las leguminosas por su parte, se ofrecen como dadoras de nitrógeno a las gramíneas, poseedoras de alto valor nutritivo para complementar la dieta animal.

Es por esto que en la presente tesis se estudia el comportamiento estivo-otoñal de cuatro mezclas forrajeras buscando hacer un análisis comparativo tanto desde el lado vegetal como animal. Los puntos de mayor relevancia fueron la producción de materia seca, la composición botánica, la producción animal y la morfología de las plantas. Las mezclas están compuestas por:

- *Dactylis glomerata* cv INIA Perseo y *Medicago sativa* cv Chaná.
- *Festuca arundinacea* cv Tacuabé, *Trifolium repens* cv Zapicán y *Lotus*

*corniculatus* cv San Gabriel.

- *Festuca arundinacea* cv Tuscany II, *Trifolium repens* cv Zapicán y *Lotus corniculatus* cv San Gabriel.

- *Festuca arundinacea* cv Brava, *Trifolium repens* cv Zapicán y *Lotus corniculatus* cv San Gabriel.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LAS MEZCLAS

#### 2.1.1. *Festuca arundinacea*

Gramínea perenne invernada de hábito de crecimiento cespitoso con presencia de rizomas muy cortos. Se adapta a un amplio rango de suelos, comportándose mejor en suelos medios a pesados, y tolera suelos ácidos y alcalinos (Langer, 1981).

Es una especie de buena precocidad otoñal, rápido rebrote de fin de invierno y una floración temprana (setiembre-octubre), sin reposo estival (Carámbula, 2010a). 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 está húmedo (Muslera y Ratera, 1984).

García (2003) ha demostrado que se ve mejorada si se siembra en línea, también agrega que su productividad depende del agregado de una especie leguminosa acompañante por volverse dura y poco palatable.

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

Carámbula (2010a) comenta que la festuca 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. Según Zanoniani et al. (2006), las frecuencias de pastoreo se encuentran entre 1500 a 2000 kg/ha de materia seca disponible para el ingreso de los animales a pastorear. Su aprovechamiento debe ser intenso y frecuente, pero no continuo (Muslera y Ratera, 1984). Ayala et al. (2010) recomiendan pastoreos de 15 a 18 cm de altura a remanentes de 5 a 7 cm.

El número de macollos aumenta en la fase vegetativa durante el período de otoño-invierno, alcanzando los valores máximos a fines de esta estación, para posteriormente disminuir durante primavera y verano (Formoso, 1996).

En verano la falta de agua limita más su crecimiento que las temperaturas elevadas, dependiendo la persistencia de la pastura en este momento de un buen desarrollo radicular desde fines de invierno y primavera, permitiendo explorar importantes volúmenes de suelo en las épocas de sequías (Carámbula, 2010a). Por ser un período potencialmente estresante, la festuca desarrolla estrategias adaptativas: minimizando los requerimientos energéticos de mantenimiento, tamaño de plantas, número de macollas, tamaño de hojas y aumenta el espesor de cutícula (Formoso, 2010b).

Tacuabé es una variedad sintética creada en La Estanzuela, que ha sustituido casi completamente a Kentucky 31, teniendo como objetivo de mejoramiento aumentar el potencial de producción de forraje otoño-invernal, la persistencia productiva y la fuerza de competencia con respecto a trébol blanco (García y Millot, 1978).

Según Ayala et al. (2010), es una variedad del tipo continental, de floración temprana sobre mediados de setiembre, con buena producción de forraje a lo largo del año y con muy buena adaptación a los suelos de la región. Es rústica y versátil, se asocia de buena manera con leguminosas. Su tasa de crecimiento máxima obtenida por García (2003) se da durante la primavera y es de 52 kg/ha/día MS. En cambio, durante el verano mantiene tasas de crecimiento entre 10-20 kg/ha/día MS, aumenta un poco en otoño para luego volver a descender hacia el invierno.

La producción según la evaluación INIA/INASE 2013-2014 para el primer año es 7980 kg/ha MS, el segundo 11241 kg/ha MS y el tercer año 9784 kg/ha MS en el promedio de los dos años (INIA e INASE, 2014).

El cultivar sintético de festuca INTA Brava fue el utilizado en el experimento y se caracteriza por tener mayor proporción de hojas, más flexibles y anchas que Palenque Plus INTA, de la que deriva, conservando la adaptación general y la tolerancia a enfermedades de hoja, también produce más forraje invernal y estival (Rimieri, 2011).

Es un cultivar de tipo continental por lo tanto no presenta latencia estival. A su vez, se logró que Brava sea un “pariente refinado” de su antecesor, dado que produce aproximadamente la misma cantidad de forraje, pero con mayor flexibilidad de hoja, lo que le otorga superior calidad (Rimieri, 2009). En lo que respecta a su producción, ésta es muy similar al cultivar Tacuabé (Pereyra y Vilaró, 2010).

Cuadro No. 1. Producción de forraje anual acumulada de los cultivares de *Festuca arundinacea* cv Tacuabé y cv Brava INTA.

	1er. año	2do. año	3er. año	Total 3 años
	2008	2009	2010	
<b>Estanzuela Tacuabé (T)</b>	6037	12255	10135	28322
<b>Brava INTA</b>	5953	12399	10219	28478

Fuente: adaptado de Ayala et al. (2010).

### 2.1.2. *Dactylis glomerata*

*Dactylis glomerata* (“pasto ovillo o pasto azul”), así es como se le llama vulgarmente, es una especie C3, perenne, con un ciclo de producción invernal y un tipo de crecimiento cespitoso. Presenta macollos achatados con lígula blanca, sin aurícula, con lámina y vainas glabras. Forma matas individuales bien definidas, ya que no produce rizomas ni estolones. Por dichas razones esta especie presenta bajo poder agresivo (García, 1995b).

Es una gramínea que resiste muy bien las bajas temperaturas en los meses invernales y se caracteriza por tener buenas producciones a temperaturas más altas, siempre y cuando la humedad en el suelo no sea limitante. Si se la compara con raigrás perenne (*Lolium perenne*), el dactylis (*Dactylis glomerata*) es más resistente a la sequía pero menos que festuca (*Festuca arundinacea*) y falaris (*Phalaris aquatica*). Tiene la capacidad de crecer muy bien en suelos livianos de moderada fertilidad, pero se comporta mejor en suelos francos de mayor fertilidad. Es una especie que tiene la capacidad de resistir muy bien la acidez y la sombra, motivo éste último que lo destaca por poder plantarse asociados a cultivos de cereales frente a otras gramíneas de ciclo similar (Carámbula, 2010a). Igualmente el dactylis a diferencia de *Festuca arundinacea* y *Lolium perenne* (raigrás) tienen mayor producción de forraje en el período de primavera-verano.<sup>1</sup>

Según Ayala et al. (2010), es poco tolerante al exceso hídrico por lo que no debe utilizarse en suelos húmedos mal drenados y tiene menores requerimiento de fertilidad que festuca, falaris, y raigrás.

Esta gramínea posee un sistema radicular muy superficial, por lo que antes y durante el verano deberá manejarse de tal forma que se promueva un buen desarrollo radicular y el mantenimiento de áreas foliares adecuadas. De esta forma se favorecerá la persistencia durante el verano, ya que no posee mecanismo de latencia estival y su sistema radicular permanece activo a lo largo de casi todo el año (Carámbula, 2010a).

<sup>1</sup> Zanoniani, R. 2015. Com. personal.

Bautes y Zarza, citados por Carámbula (1977) consideran que es una especie que presenta inicialmente un crecimiento vigoroso mayor que festuca y falaris, promoviendo un rápido crecimiento en el número de macollas, lo que favorece la implantación de la especie y por ende una mayor producción que festuca y falaris en el primer año, luego de sembrado, en los subsiguientes años no sucede lo mismo.

El dactylis, manejado adecuadamente puede ser un componente valioso de una pastura mixta. Sus principales problemas son su establecimiento relativamente lento, sensibilidad al pastoreo intenso y el pisoteo de animales (Langer, 1981), siendo más susceptible que la festuca al daño por pisoteo (Ayala et al., 2010).

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

Esta especie permite lograr mezclas bien balanceadas debido a su baja agresividad frente a leguminosas. En el caso de asociarla con alfalfa deben buscarse cultivares de este último resistentes al frío y que tengan crecimiento temprano en primavera (Carámbula, 2010a).

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

Su utilización básicamente es para pastoreo, pero también puede ser utilizado para hacer heno, henolaje y ensilaje. Se lo asocia muy bien con alfalfa o lotus, para ello deben buscarse cultivares resistentes al frío con un crecimiento temprano en primavera con el objetivo de lograr un heno de buena calidad. Es muy apetecible por vacunos y lanares, no debe dejarse endurecer ya que pierde calidad y los animales lo rechazarán, por lo tanto hay que mantenerlo siempre en estado vegetativo y buscar un buen balance con las leguminosas asociadas (Carámbula, 2010a). Astigarraga y Gonzales (2012) afirman que la utilización del forraje por encima de 5 cm presentó una tendencia a ser mayor en la pastura de dactylis vs. festuca.

El cultivar utilizado en el experimento fue INIA Perseo, el cual fue obtenido en La Estanzuela luego de tres ciclos de selección con énfasis en rendimiento y sanidad. Perseo se destaca de la mayoría de los cultivares del mercado por su floración temprana, próximo al 7/10, encañando 16 días antes de INIA LE Oberón. Es de hábito semi-erecto y color más oscuro que éste último (Ayala et al., 2010).

Si bien se adapta a un amplio rango de suelos (de arenosos a pesados), sus mayores producciones se obtienen en suelos de texturas medias. Se aconseja realizar siembras superficiales (0,5–1 centímetros). De realizarse manejos adecuados que aseguren su persistencia (rotativos, no muy intensos, dejando rastrojos de 5 centímetros), INIA Perseo otorga un forraje de muy buena calidad, de alto valor proteico y muy buena palatabilidad (Ayala et al., 2010).

Desde el punto de vista sanitario presenta buen comportamiento, aspecto muy destacable en materiales de floración temprana que son generalmente los más susceptible (Ayala et al., 2010). Es un cultivar resistente a roya de la hoja causada por *Puccinia sp*, respecto a las manchas foliares causadas por *Pseudomonas syringae* y *Colletorichum graminícola* se comporta bien y por ultimo no muestra problemas por *Fusarium sp*. (INIA e INASE, 2011, 2012).

Cuadro No. 2. Producción de forraje promedio (2009, 2010, 2011, 2012), máximo y mínimo según año de vida de *Dactylis glomerata* cultivar INIA Perseo, expresado en kg/ha/año de MS.

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>Promedio</b>	<b>6035</b>	<b>10242</b>	<b>8271</b>
<b>Máximo</b>	8409	13635	11291
<b>Mínimo</b>	4276	6957	4907

Fuente: INIA e INASE (2012)

### 2.1.3. *Trifolium repens*

Es una leguminosa perenne, estolonífera de ciclo invernal, pero su mayor producción se registra en primavera. Puede comportarse como anual, bienal o de vida corta dependiendo de las condiciones del verano, donde la falta de humedad del suelo puede provocar la muerte de plantas. En años severos donde ocurra la muerte de planta o estolones, la persistencia de la pastura dependerá de una buena resiembra natural (Carámbula, 2010a). Compite de muy buena manera con gramíneas perennes y alta persistencia con manejos intensivos (Carámbula, 2002a).

Es una especie glabra, de hábito postrado con muchos tallos extendiéndose por la superficie del suelo y produciendo raíces adventicias en cada nudo (Langer, 1981). Según Carámbula (2010a) presenta otras características valiosas como índice óptimo de área foliar bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior y hojas viejas en el estrato superior. Esto permite obtener altos rendimiento en materia seca y gran adaptación de la especie al pastoreo intenso.

Con esta disposición las hojas viejas son removidas con el pastoreo y el remanente está compuesto por hojas jóvenes con alta capacidad fotosintética. El trébol blanco no es de floración terminal por lo que aunque florezca el estolón sigue creciendo, pero bajo pastoreo frecuentes e intensos pierde su habilidad competitiva (Carámbula, 2002a).

Por su alta producción de forraje de calidad excelente, su persistencia con manejos intensivos y la habilidad para competir con gramíneas perennes a la vez de aportarles grandes cantidades de nitrógeno, esta especie contribuye a formar las mejores pasturas del mundo. Se adapta mejor a suelos medianos a pesados, fértiles y húmedos. No tolera suelos superficiales, siendo sensible a la sequía. Admite pastoreos relativamente intensos y frecuentes al poseer tallos estoloníferos que enraizan en los suelos muy eficientemente (Langer, 1981).

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

Si bien se adapta a manejos intensos, su habilidad competitiva decae con manejos severos y exagerados. Bajo regímenes severos de defoliación, se reduce el tamaño de hoja, se afecta el crecimiento de la planta, aumentando la susceptibilidad de la misma a la competencia de las gramíneas, lo mismo ocurre frente a períodos secos (Brougham, citado por Foglino y Fernández, 2009) por lo que se prefiere incluirlo en mezclas con gramíneas (Carámbula, 2002a).

El trébol blanco puede persistir como planta anual a través de la resiembra, o como perenne mediante la producción continuada de estolones. La importancia relativa de ambos mecanismos varía en función del clima (García, 1995c). Incluso en situaciones de sequía o sobrepastoreo una cierta proporción de las inflorescencias producen semillas, de las cuales casi un 80% son duras y permanecen en el suelo como reserva en las que pueden germinar y llegar a sustituir plantas perdidas (Smetham, citado por Muslera y Ratera, 1984).

El trébol blanco se puede clasificar teniendo en cuenta el tamaño de sus hojas y por lo tanto es posible agruparlo en tres tipos de cultivares (Carámbula, 2010a):

### I) Cultivares de hoja pequeña, “salvajes”

Este tipo de trébol se caracteriza por ser muy postrado, de estolones largos, con hojas y flores pequeñas, ciclos cortos y bajos rendimientos. Su persistencia es supuestamente su principal virtud; sin embargo este carácter depende de ciertos factores como manejo, fertilización y enfermedades. Los cultivares más conocidos dentro de este grupo son Kent Wild y S 184.

### II) Cultivares con hoja de tamaño intermedio

Poseen caracteres intermedios entre ambos grupos extremos y se utilizan principalmente en pasturas de media a corta vida, y los cultivares más conocidos dentro de este grupo son Estanzuela Zapican, El Lucero y Bage.

### III) Cultivares de hoja grande

En este grupo la mayoría son de tipo ladino, de porte más alto, presentan estolones gruesos con hojas y flores grandes. Se caracterizan por su muy buena producción en condiciones húmedas, pero siempre que el manejo sea aliviado. En alguna oportunidad se sostuvo que este grupo posee mayor resistencia al déficit hídrico. Sin embargo según Carámbula (2010c) este carácter no es un atributo de cada grupo sino que puede modificarse ampliamente por la humedad, la fertilidad del suelo y el manejo de la defoliación.

En Uruguay, el trébol blanco utilizado se caracteriza por ser de hoja intermedia, floración temprana y abundante semillazón. Presenta muy buena producción los dos primeros años, pero luego su persistencia se vuelve errática (García y Rebuffo, 1997).

Presenta gran potencial de fijación de nitrógeno, necesario en mezclas con gramíneas. Dicha mezcla permite lograr un forraje más balanceado y disminuir el riesgo de meteorismo (Carámbula, 2010a).

El cultivar utilizado en el trabajo es Estanzuela Zapicán, cabe destacar que este es el cultivar más utilizado en Uruguay. Dicho cultivar fue obtenido en La Estanzuela a partir de introducciones realizadas de Argentina. Tiene probada adaptación a la región donde se cultiva desde los años 60 (Ayala et al., 2010).

Se caracteriza por ser un trébol de hoja indeterminada, con muchos estolones, con floración temprana y abundante. En cuanto a la adaptación, este cultivar prospera en suelos de textura media y pesada, con buenos niveles de fósforo para explotar su potencial y muy recomendado para el mejoramiento de bajos. Comportándose muy bien tanto solo como en mezclas (García et al., 1991).

Estanzuela Zapicán presenta un buen aporte invernal de forraje, produce muy bien desde otoño hasta mediado de la primavera (INIA e INASE, 2012). Además de presentar una muy buena sanidad (Díaz, 1995).

Según evaluaciones realizadas por Díaz et al. (1996) para el cultivar Zapicán, la tasa de crecimiento del primer año fue mínima en otoño e invierno, concentrándose la producción y las mayores tasas de crecimiento entre octubre y diciembre. Las tasas de crecimiento del segundo año superaron a las del primer año de marzo a octubre, registrándose las mayores diferencias de agosto en adelante. La tasa máxima del segundo año fue similar a la del primer año alcanzando los 46 kg kg/ha MS/día y ocurrió en el mes de octubre, un mes antes que la máxima tasa registrada en el primer año.

En muchos casos, a partir del tercer año se reduce su persistencia por estolones, por lo que es necesario realizar un adecuado manejo que asegure una buena resiembra (García et al., 1991). Para esto según Ayala et al. (2010) el cultivar Zapicán genera un banco de semillas adecuado, que asegura una buena resiembra.

Según la Evaluación de cultivares que realiza INIA/INASE, este cultivar produce en su primer año de vida, 6949 kg/ha MS. En el segundo año dicho cultivar produce 10712 kg/ha MS. Estos datos son del promedio de los años 2011, 2012 y 2013 (INIA e INASE, 2015).

#### 2.1.4. *Lotus corniculatus*

El lotus es una leguminosa perenne estival con crecimiento erecto a partir de corona. Posee un sistema radicular vigoroso de profundidad intermedia, compuesto por una raíz pivotante y raíces laterales que le confieren resistencia a las deficiencias hídricas, posee bajo vigor inicial y un lento establecimiento (Zanoniani y Ducamp, 2004). Según Smethan (1981b) su sistema radicular es menos profundo que el de alfalfa pero más profundo que el de trébol rojo.

Dentro de sus fortalezas se pueden mencionar su adaptación a un rango amplio de suelos, aún con bajos porcentajes de fósforo, tiene un sistema radicular pivotante profundo, buen potencial de producción primavero-estivo-otoñal, teniendo un elevado valor nutritivo que declina poco en pleno verano con la madurez, ausencia de riesgo de meteorismo (Carámbula, 2010a).

Como debilidades se encuentra un lento crecimiento inicial, no admitiendo pastoreos intensos y frecuentes, susceptibilidad alta a enfermedades de raíz y corona, y persistencia problemática por resiembra natural (Carámbula, 2010a).

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

El descenso de la producción de forraje estacional y anual al aumentar la edad del cultivo está determinado principalmente por las graves pérdidas de plantas que generalmente se registran. Disminuciones en la producción de forraje anual posteriores al segundo año del cultivo. Estas pérdidas de plantas se atribuyen como consecuencia de lesiones en los tejidos de raíz y corona, provocadas por diversos organismos, hongos, nematodos, entre otros (Formoso, 1993).

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

Puede crecer en suelos que son demasiado húmedos y pesados para el caso de la alfalfa o en aquellos demasiado secos para el trébol blanco. Subsiste en suelos moderadamente ácidos o alcalinos (Carámbula, 2010a). Sin embargo, Aldrich, citado por Smethan (1981b), sostiene que si bien se comporta bien en un amplio rango de acidez, crece mejor cuando el pH se encuentra entre 6,4 y 6,6.

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).

Según Carámbula (2002a) el lotus se suele beneficiar con pastoreos controlados que le permitan alcanzar alturas de 20 a 25 cm. antes de ser defoliado o, en caso de pastorear de forma continua, se deberá dejar rastrojos de no menos de 7,5 cm.

De modo que manejos muy frecuentes (10 a 12 cm) y muy intensos (3 cm) determinan una baja producción y longevidad de las plantas, siendo el manejo realizado en el verano, el determinante en disminuir la persistencia de las plantas (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Es una especie muy sensible a las prácticas de manejo, ya que presenta como característica fundamental, el alargamiento de los entrenudos formando tallos erectos, lo cual determina que la defoliación retire foliolos, meristemos apicales y axilares que se encuentran por encima de la altura de corte. De esta forma las hojas más nuevas se encuentran en la parte superior del canopéo, determinando en la mayoría de los casos que el área foliar remanente luego del pastoreo sea nula o de baja capacidad

fotosintética, siendo el rebrote en gran parte dependiente de las reservas acumuladas previamente (Zanoniani y Ducamp, 2004).

La variedad San Gabriel fue introducida desde Brasil (São Gabriel, Río Grande do Sul) y se reprodujo en La Estanzuela desde los años 70. Presenta una floración temprana durante el mes de noviembre y muy prolongada. Tiene excelente capacidad para producir en suelos marginales, en comparación con otras especies y cultivares (Ayala et al., 2010). En el Uruguay el cultivar San Gabriel se caracteriza por presentar una capacidad continua de producción de forraje durante todo el año. El período invernal de menor potencial de producción probablemente se explique parcialmente por la ocurrencia de temperaturas infra-óptimas para la fotosíntesis neta y no por la acción de mecanismos de latencia tal como lo prueban las tasas medias máximas invernales (Formoso, 1993). Posee una producción de forraje concentrada, donde el 74% de la producción se da en primavera-verano (Zanoniani et al., 2006).

Posee niveles de digestibilidad altos en primavera temprana (75%), que luego decrece hacia el verano. Se destaca por no presentar problemas de enfermedades o plagas específicas, aunque es susceptible a podredumbre de raíz y corona, que reducen su persistencia (Ayala et al., 2010).

La producción según INIA/INASE para el cultivar San Gabriel durante el primer año fueron de 6266 kg/ha MS promedio para siembras de 2012 y 2013. Para el segundo año la producción fue de 12497 kg/ha MS promedio para los años de siembra de 2011, 2012 y 2013 (INIA e INASE, 2015).

#### 2.1.5. *Medicago sativa*

Alfalfa (*Medicago sativa*), es una especie que presenta un hábito de vida perenne, presenta un ciclo de producción estival y puede ser erecta o rastrera según el cultivar. Requiere suelos fértiles, profundos y bien drenados. Tiene buen vigor inicial y establecimiento, gran potencial de producción primavera-estivo-otoñal y alta capacidad fijadora de N (Carámbula, 2010b).

La alfalfa posee un sistema radicular pivotante y profundo con capacidad para explorar un volumen importante de suelo, y cuyo mayor crecimiento se concreta durante el segundo año de producción, debiéndose además destacar el hecho de que el sistema radicular superficial de esta especie es de muy baja densidad (Lamba et al., citados por Carámbula, 2010b).

Es sensible a la acidez del suelo, por lo que son necesarios valores de pH mayores a 6,5 para obtener altos rendimientos. En caso de suelos ácidos con presencia de Al intercambiable habrá desarrollo radicular superficial, afectando así su rendimiento (Ball et al., 1991).

Esta especie tiene altos requerimientos de fertilidad del suelo especialmente del nutriente fósforo, dentro de las leguminosas es la que en mayor proporción lo requiere (20mg /kg, INIA, 2010). Por su parte, Henning y Nelson (1993) sostienen que 6 meses o 1 año antes de ser sembrado el cultivo se deberá hacer análisis de suelo para conocer el nivel de P que hay en él y en caso de no llegar a nivel crítico fertilizar para lograr un correcto establecimiento del cultivo.

Según Rebuffo (2005) es una leguminosa de alto potencial productivo, que provee excelente calidad nutritiva para los animales y persiste varios años si es manejada adecuadamente. Es una especie de gran importancia ya que su resistencia a la sequía le permite producir forraje en los meses de verano. Carámbula (2010b) expresa que el comportamiento de esta especie en verano es muy variable, y dependerá de la profundidad del suelo y la disponibilidad de agua del mismo.

El manejo de la defoliación debe ser a través de pastoreos rotativos, cuyos períodos de descanso favorezcan la acumulación eficiente de reservas. Después de un pastoreo el nivel de reservas de la raíz disminuye hasta un valor mínimo, que es cuando la planta alcanza un rebrote de 15 a 20 cm de altura. En esta fase nunca debería pastorearse, ya que de hacerlo se debilitaría drásticamente el alfalfar (Formoso, citado por Gomes de Freitas y Klassen, 2011). Su mejor desempeño productivo lo alcanza cuando se pastorea a 35 cm momento en que comienza el rebrote basal, por lo cual antes de alcanzar 35 cm no debería pastorearse, ya que de hacerlo de debilitaría drásticamente el alfalfar (Formoso, 2000).

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).

Se ha demostrado que la corona es el centro de regeneración más importante luego que la planta ha sido pastoreada. Cuando la defoliación ocurre en etapas inmaduras, el rebrote puede darse a partir de las yemas axilares de los tallos no defoliados. Sin embargo, el rebrote a partir de las yemas axilar contribuye poco a la recuperación de la planta posterior a un pastoreo, en especial cuando se comparan frente a los tallos que provienen de las yemas basales (Langer, 1981). Este rebrote proveniente de tallos secundarios generalmente es de menor vigor y tiende a desprenderse de los tallos viejos con mayor facilidad (Rebuffo, 2005).

Su pico de producción se da en la primavera, cuando la temperatura y el agua favorecen su buen crecimiento. En verano su comportamiento es más variable y va a depender de la capacidad de almacenar agua de cada suelo. Por su parte, en otoño su

producción es relativamente baja y su manejo debe tender a ser cauteloso de modo de promover su sobrevivencia y productividad (Carámbula, 2002a).

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

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

En síntesis el rendimiento de forraje, la calidad y la persistencia de la población de plantas, son todos elementos de importancia y de rentabilidad en el manejo de un alfalar. Es fundamental planificar correctamente el pastoreo ajustando la carga animal mediante la asignación de parcelas con alambrado eléctrico, de forma de usar lo más eficiente posible el forraje y disminuir los problemas de meteorismo (Rebuffo, 2005).

El cultivar utilizado en el experimento fue Estanzuela Chaná, esta variedad fue seleccionada por persistencia sobre alfalfas de origen italiano, que se caracteriza por poseer latencia invernal, son plantas de porte erecto y tallos largos, con fecha de floración intermedia. Sus mayores rendimientos se logran en suelos bien drenados de textura media a liviana, fértiles, con alta disponibilidad de fósforo. Es especialmente recomendada para la producción de heno y no se adapta a suelos ácidos (García et al., 1991).

También cabe destacar que esta variedad se adapta bien a las siembras de otoño y fin de invierno. Supera a la mayoría de los cultivares en el primer año debido a su excelente precocidad y vigor de plántula, pero algo susceptible a podredumbre de tallo y corona durante el primer año. Igualmente se destaca por su muy buena productividad durante todo su ciclo de crecimiento, ofreciendo el 50% del forraje durante el verano. Su rápida recuperación luego del corte permite realizar hasta seis cortes al año. En buenas condiciones, su vida productiva es de cuatro años y se destaca frente a otras por su buena performance frente a enfermedades foliares (García et al., 1991).

Según la evaluación de INIA/INASE del período 2011, la producción en el segundo año de vida promedio de siembras de 2007, 2008 y 2009 fue en torno a 11800 kg/ha MS (INIA e INASE, 2012).

## 2.2. MEZCLA FORRAJERA

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 (Carámbula, 2010a).

Según Santiñaque y Carámbula (1981), las mezclas forrajeras están compuestas por especies gramíneas y leguminosas perennes generalmente. El objetivo de estas es producir alto rendimiento de materia seca con alto valor nutritivo, durante varios años. Es importante que la producción anual este uniformemente distribuida.

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

La elección de las especies que formaran la mezcla forrajera es decisiva tanto para su productividad como para su longevidad. En dicha elección es indispensable considerar tres factores fundamentales: suelo, clima y propósito (Carámbula, 2010a).

Siendo más específico, según Scheneiter (2005), la elección de la composición de la mezcla a sembrar depende de varios factores. El principal factor es la aptitud del suelo que define en principio cuál o cuáles son las especies que pueden prosperar en él. Además, el tipo de actividad ganadera (cría, invernada, ciclo completo o tambo), la presencia de ciertas especies de malezas, el manejo del pastoreo dispuesto a implementar, la homogeneidad del lote, etc.; son otros aspectos técnicos que normalmente actúan sobre la decisión de la composición botánica de la mezcla a sembrar.

Según Carámbula (2010a), las mezclas se pueden clasificar en ultra simple, 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 (Carámbula, 2010a).

Las mezclas simples están formadas por mezclas ultra simples más una gramínea o leguminosa de ciclo complementario (Carámbula, 2010a). Según Langer (1981), con mezclas simples de especies compatibles el potencial de crecimiento individual es alcanzado con mayor facilidad, por reducción de la competencia inter específica, y por lo tanto, el manejo es más fácil.

Según Carámbula (2010a) las mezclas complejas están formadas por gramíneas y leguminosas del mismo ciclo (ciclos similares) o por dos gramíneas y dos leguminosas de diferentes ciclos (ciclos complementarios). 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.

Esta necesidad de que la pastura deba estar formada por especies de ambas familias tiene varias razones, ya que ni las gramíneas solas, ni las leguminosas puras proveen una buena pastura y, por consiguiente con las mezclas mixtas ambas se complementan de manera más productiva y rentable (García y Millot 1978, Carámbula 2010a).

Las gramíneas como columna vertebral de la pastura 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, 2010a).

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, 2010a).

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

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

Carámbula (1985) afirma que a la hora de formular mezclas se debe tener en cuenta que se sacará provecho de la misma incluyendo al menos una gramínea y una leguminosa, y que las mismas sean de características de manejo similares. A su vez, Hall y Vough (2007) recomiendan no incluir más de 4 especies por mezcla y asegurarse que tengan similar comportamiento de crecimiento. Es importante, además, que no se incluyan especies de alto crecimiento que puedan desplazar a las perennes.

La importancia de las leguminosas es provocar no solo aumentos en los rendimientos de materia seca de las gramíneas, sino que además su presencia incrementa la calidad del forraje producido. Minson y Milford (1967) observaron que solo la presencia de un 10% de leguminosas en una pastura madura, puede aumentar hasta un 50% el consumo voluntario y promover importantes ganancias de peso en los animales que la pastorean.

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

En el caso de usar las leguminosas en pasturas mezclas con gramíneas de ciclos complementarios se podrá observar como la entrega de forraje será más prolongada y de mayor calidad, promoviendo la estabilidad de la pastura. Esto iría en detrimento de la producción individual de la o las leguminosas utilizadas en la mezcla en caso de ser sembradas puras (Carámbula, 2010a).

La asociación de alfalfa con gramíneas templadas, posiblemente no contribuya a incrementar la producción total de forraje, pero es una alternativa para mejorar la curva de oferta forrajera invernal respecto al cultivo puro (Kloster et al., citados por Otondo et al., 2008). Formoso (2000) señala que esa igualdad en producción de forraje total entre la alfalfa pura y en mezclas con gramíneas perennes ocurre en general en los primeros dos a tres años de la pastura, pero en algunas situaciones, del cuarto año en adelante, la supremacía de las mezclas puede alcanzar registros de 10 a 40% superiores, esto puede deberse a que la presencia de malezas en las mezclas de alfalfa con una gramínea perenne es sustancialmente inferior a los que presentan los cultivos puros de alfalfa.

En otras palabras, morfologías distintas en la parte aérea y subterránea, períodos diferentes de las especies donde son capaces de desarrollar tasas máximas de crecimiento, capacidad diferencial de producir en situaciones donde ocurren distintos estreses abióticos (bajas y altas temperaturas, déficit y excesos de agua) posibilitan aprovechar mejor los recursos del ambiente sin que ocurran interferencias muy intensas, explicando los mayores rendimientos de las mezclas (Formoso, 2011).

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, 2010a).

En cuanto a la dinámica de las especies en las mezclas, Carámbula (1991) menciona que la mayoría de las pasturas cultivadas presentan un desequilibrio acentuado a favor de la fracción leguminosa, dado que es más fácil establecer leguminosas que

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

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

## 2.3. EFECTO DEL PASTOREO

### 2.3.1. Introducción

El manejo de pastoreo en pasturas cultivadas, según Formoso (1996), presenta dos objetivos principales, siendo estos “*maximizar el crecimiento y utilización de forraje de alta calidad para consumo animal*” y “*mantener las pasturas vigorosas, persistentes y estables a largo plazo*”.

A esto, Smethan (1981a), agrega que esto implica la combinación exitosa de dos sistemas biológicos (plantas y animales) muy diferentes, pero interdependientes, con el fin de obtener el mejor uso del forraje producido sin perjudicar la producción de la pastura.

Según Nabinger (1996), la pastura afecta directamente la condición del animal a través de la oferta en cantidad y calidad, pero a su vez, el animal afecta la condición de la pastura a través de los efectos del pastoreo. Estos efectos pueden ser benéficos, si interfiere, por ejemplo, en el proceso inexorable de senescencia, o menos deseable, a través de su acción de selección, el pisoteo, el arrancado de plantas, la regeneración de plantas y las deyecciones.

Para lograr un manejo exitoso del sistema 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, citado por Fariña y Saravia, 2010).

El conocimiento del equilibrio entre los procesos principales que intervienen en la producción de pasto y su utilización (la fotosíntesis, la producción de tejido, el consumo animal, y la senescencia foliar) proporciona una base racional para optimizar el manejo del pastoreo (Parsons y Penning, 1988).

La definición de las estrategias de manejo de pastoreo debe orientarse a optimizar la cosecha del material vegetal antes de que se produzca el envejecimiento y muerte de la primera hoja totalmente expandida que apareció posteriormente a la última defoliación. A partir de este principio, es factible ejercer un relativamente alto grado de control de la eficiencia de la producción y de la utilización de la biomasa que producen las pasturas en condiciones ambientales definidas. También otras variables de manejo (altura de corte) y de estructura de las cubiertas (densidad de macollas y diversidad florística) determinan la cantidad de forraje que resulta cosechado (Agnusdei et al., 1998).

### 2.3.2. Defoliación

Los cortes o pastoreos significan el retiro parcial o total del aparato fotosintético de las forrajeras, la disminución del tamaño del aparato foliar por defoliación implica un estrés energético sobre las plantas, tanto mayor cuanto más frecuente e intensa sea la depresión de la cantidad de área foliar retirada (Formoso, 2011).

Según Gastal et al. (2004) se caracteriza primariamente a la defoliación mediante intensidad y frecuencia (o lo inverso, intervalo de defoliación). En algunas instancias, también necesita ser caracterizada mediante rasgos adicionales: la espacial (homogeneidad o heterogeneidad) y momento (en relación al desarrollo de la planta).

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

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 pastoreo severo asegura la eficiencia del forraje, pero en ocasiones, puede reducir la producción de forraje al minimizar la subsiguiente captación de energía lumínica. El pastoreo liviano maximiza la producción primaria, pero a costa de que un porcentaje elevado de biomasa senesca y muera en lugar de ser consumido por los animales. El manejo óptimo de la defoliación resulta, entonces, del compromiso entre la necesidad de retener área foliar para fotosintetizar, y la necesidad de remover el tejido foliar antes de que una alta proporción senesca (Parsons, citado por Colabelli et al., 1998).

Posterior a la defoliación ocurre una redistribución hormonal que promueve la división y elongación celular, además de la activación de los meristemas que permanecen en la planta, resultando en un más rápido crecimiento foliar y promoción del macollaje (McNaughton, 1979).

El rebrote depende universalmente de la disponibilidad de puntos de crecimiento, de un área foliar remanente eficiente, de un volumen alto de sustancias de reserva en los órganos más perdurables y de sistemas radiculares amplios y vigorosos (Carámbula, 2010c).

Aumento de frecuencia y/o intensidad de la defoliación, incrementa la carencia de energía y los individuos modifican el tamaño de la parte aérea y radicular, para alcanzar un nuevo estado de equilibrio entre ambas. Post defoliación, la primera prioridad de las plantas es restablecer la capacidad de fijar radiación como energía y en una segunda etapa, se recompone el sistema radicular (Formoso, 2011).

### 2.3.2. Parámetros que definen el pastoreo

#### 2.3.2.1. Intensidad

La intensidad es determinada por la altura de salida de pastoreo, porcentaje de utilización, área foliar residual, severidad, duración y reservas para el rebrote. Ésta representa la proporción y el estado fisiológico de la biomasa removida en una defoliación (Harris, 1978).

Cada especie posee una altura mínima a la cual puede dejarse el remanente sin que el crecimiento posterior sea afectado negativamente. Las especies postradas admiten alturas menores de defoliación que las erectas, aunque estas últimas pueden adaptarse adquiriendo arquitecturas más rastreras como respuesta a un manejo intenso (Carámbula, 2008).

El tiempo transcurrido hasta lograr el IAF crítico dependerá no solo de la época del año, sino también y, fundamentalmente, de la altura hasta la cual la pastura ha sido previamente pastoreada o cortada. En condiciones normales de pastoreos se deja un

remanente de 2,5 a 7,5 cm de altura. Cuanto más baja sea defoliada una pastura, mayor será el período transcurrido antes de que esta alcance el IAF crítico (Langer, 1981). El mismo autor sugiere que las pasturas manejadas muy altas o muy bajas presentarán problemas serios de producción y supervivencia. A lo dicho anteriormente Zanoniani et al. (2006) recomiendan para especies de hábito postrado alturas de hasta 2,5cm y para especies de hábito erecto la recomendación va desde 5 a 7,5cm.

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

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

Por consiguiente, para la máxima producción por hectárea se debe evitar una defoliación tan severa que disminuya el crecimiento de la pastura, pero que, a su vez, sea lo suficientemente intensa como para que la eficiencia de cosecha sea alta, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia (Cangiano, 1997).

Cuando se comparan intensidades de aprovechamiento, estimada por la altura del forraje remanente, las producciones más elevadas se obtienen cuando el aprovechamiento ha sido menos intenso (Muslera y Ratera, 1984). En este sentido la mayor intensidad tiene una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 2010c).

#### 2.3.2.2. Frecuencia

Harris (1978) define a la frecuencia como el intervalo de tiempo entre defoliaciones sucesivas, siendo uno de los parámetros en determinar la cuantificación del pastoreo. Dicho parámetro es uno de los aspectos que determinarán la producción de forraje. Cuanto menor sea el tiempo entre pastoreos sucesivos, menores posibilidades de recuperación tendrá la pastura, debido fundamentalmente a la disminución de las cantidades de sustancias de reserva disponibles en plantas que probablemente no será suficiente para la supervivencia de la población total de macollas (Carámbula, 1977).

Los pastoreos demasiado frecuentes generan una disminución del nivel de reservas y el peso de las raíces, esto genera menor producción de forraje y rebrotes más

lentos. Las disminuciones de las reservas debilitan las plantas aumentando su susceptibilidad al ataque de enfermedades y muerte (Formoso, 2000).

La frecuencia de utilización depende de cada especie en particular o de la composición de la pastura y de la época del año en que ella se realice, el elemento que determinará la longitud del período de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar el volumen adecuado de forraje, aspecto que será demostrado en teoría por el IAF óptimo (Carámbula, 2008).

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

En las gramíneas de porte postrado las mayores frecuencias de defoliación promueven rendimientos más altos (Reid, citado por Carámbula, 2010c) y en especies de porte erecto ocurre lo inverso (Brougham, citado por Carámbula, 2010c).

En pasturas con IAF óptimos bajos, como aquellas dominadas por tréboles, es posible realizar un aprovechamiento más intenso con defoliaciones más frecuentes (IAF 3) que en pasturas dominadas por leguminosas erectas (IAF 5) o por gramíneas erectas (IAF entre 9 y 10, Brougham, citado por Agustoni, 2008).

Brougham, citado por Langer (1981) realizó estudios de cortes secuenciales en otoño-invierno en una pastura de raigrás y trébol blanco, demostrando que el incremento de materia seca decayó luego de un período de seis semanas de descanso. Se pudo concluir que en un período de descanso mayor a seis semanas resultó en una pérdida de crecimiento potencial. Por este motivo, períodos de pastoreo más frecuentes (intervalo de descanso de seis semanas), resultaron en un rendimiento total mayor que períodos de pastoreo menos frecuentes, con intervalos de descanso más prolongados (9 y 18 semanas).

En los tratamientos de defoliación poco frecuente las especies erectas como las gramíneas son capaces de crecer en altura y por lo tanto sombrear a las especies más postradas como los tréboles, mientras que con defoliaciones frecuentes esta relación se invierte (Carámbula, 2010c), afectando de esta forma la composición botánica.

Con defoliaciones frecuentes, la pradera no alcanza el índice de área foliar óptimo y en consecuencia las plantas reciben un alto cociente de luz R./R.L. que resulta en la formación de plantas con hojas cortas y una alta densidad de tallos. Por el

contrario, con intervalos más largos la competencia por luz entre plantas aumenta continuamente, y cada defoliación implica un cambio en la calidad e intensidad de la luz que intercepta, por lo que las plantas desarrollan hojas largas y una baja densidad de tallos (Mazzanti et al., 1994).

La frecuencia de defoliación no solo tiene impacto sobre el comportamiento en la misma estación que se realiza, sino además sobre las estaciones posteriores (Formoso, 1996).

Años después, Formoso (1996) examinó los efectos de distintas frecuencias (18 y 7,5 cm), pastoreando a diferentes intensidades (7,5 – 2,5 cm) en invierno, primavera, verano y otoño, comparando los cambios estacionales en los distintos manejos siendo estos de 18 a 7,5 cm y de 7,5 a 2,5 cm. Pastoreos frecuentes en otoño y especialmente en invierno, mejoraron notoriamente la producción de materia seca de la pastura, mientras que en verano resultó en un descenso de la producción debido a efectos conjuntos del manejo de defoliación y del estrés hídrico. El buen resultado del manejo frecuente en otoño e invierno se explica por los bajos niveles de luz de esta época que determinan un menor IAF óptimo de la pastura. Los rendimientos máximos también son más bajos, pues el sombreado y la senescencia ocurren más temprano (Brougham, citado por Harris, 1978). Zanoniani et al. (2006) agregan y recomiendan para la entrada de animales a pastoreo, una altura que oscile entre 15- 20 cm.

### 2.3.3. Efectos del pastoreo sobre el desempeño animal

Rovira (2008) dice en términos generales, el consumo de forraje por animal, depende de una serie de variables: cantidad de forraje disponible por animal (se expresa como kg de MS/animal/día), disponibilidad forrajera (kg de MS/ha), digestibilidad de la MS, peso vivo, edad, nivel de producción (ganancia de peso) y medio ambiente (clima, longitud del día, entre otros).

Desde otro punto de vista, las especies que componen las pasturas e incluso, las partes de las plantas, varían en su digestibilidad y en su contenido de nutrientes (Galli, 1997). Según Blaser et al. (1960), el desempeño animal será un efecto directo de la cantidad y calidad de forraje consumido, pero modificado por la habilidad del propio animal en digerir y transformar esa materia seca en nutrientes asimilables.

Mott, citado por Langer (1981), considera la carga animal como la principal variable de manejo que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y de la persistencia productiva de la pastura sembrada. El efecto de la carga animal se expresa a través de la presión de pastoreo.

El consumo de forraje por parte de los animales en condiciones de pastoreo está determinado por factores relacionados con el animal (edad, peso, nivel de producción,

condición corporal), la pastura (digestibilidad, especies, cantidad y calidad, composición química), el manejo (oferta de forraje, suplementación, fertilización, sistema de pastoreo) y el ambiente (temperatura, humedad, fotoperíodo, velocidad del viento), entre otros (Cangiano et al., 1996).

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

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

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

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

Mott, citado por Cardozo (1984) sostiene que cuando en un sistema se mantienen cargas bajas generalmente resulta en niveles de producción por animal altos, esto se debe a la posibilidad de pastoreos selectivos que tienen los animales. Como consecuencia de la baja presión de pastoreo, en el mediano plazo, el forraje presente envejece disminuyendo la digestibilidad, lo que conlleva a una disminución de la materia orgánica digestible consumida por los animales. La producción por animal es alta, pero aumentos sucesivos de la carga a partir de determinado momento provoca, disminución en la ganancia individual. Esto se explica porque la disponibilidad de forraje comienza a limitar el consumo por animal e incrementa la actividad de pastoreo por unidad de forraje consumido. La producción por hectárea aumenta dentro de ciertos rangos ya que la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de disminución en la producción por animal.

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.

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

A modo de conclusión, para hacer un correcto manejo del pastoreo, bajo sistemas de rotación, se debe lograr un equilibrio entre máximas ganancias de peso vivo en los animales sin descuidar o comprometer la viabilidad de las pasturas.

#### 2.3.4. Efecto del pastoreo sobre las especies que componen la mezcla y su producción

Teniendo en cuenta que en las pasturas el verdadero rendimiento económico está constituido por macollas, tallos y hojas, es fundamental conocer los eventos que se suceden en la formación de estos componentes del rendimiento y los efectos que pueden ejercer diferentes factores sobre los mismos (Carámbula, 2003).

Los objetivos del pastoreo serán, colocar a las plantas en similares condiciones de competencia y permitirles la recuperación luego del pastoreo. Mediante el pastoreo continuo tradicional no se logra cumplir con los objetivos, por lo que deberá ser utilizado el pastoreo rotativo/racional. Debido a los hábitos de crecimiento y calidades de las diferentes especies que componen la pastura, la aplicación de pastoreos rotativos, con diferentes frecuencias e intensidades de defoliación, determinarán cambios de las relaciones de competencia y por lo tanto una variación en la composición botánica (Zanoniani, 1999).

Si bien el efecto causado por las defoliaciones varía con la intensidad de las mismas, también es cierto que además este efecto varía entre gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente, las leguminosas interceptan más luz que las gramíneas, debido a la disposición de sus hojas y en consecuencia se recuperan más fácilmente. Dentro de las gramíneas también es posible encontrar este comportamiento diferencial entre los tipos erectos y postrados. Sin embargo, a pesar de que las leguminosas y las gramíneas postradas tienen rebrotes más rápidos, alcanzan antes el IAF óptimo y, en consecuencia, sus rendimientos en forraje son por lo general menores que los de las gramíneas de tipo erecto. Como resultado, estas últimas presentan una producción mayor con manejos más aliviados. De forma muy general, se puede decir que pastoreos frecuentes y poco nitrógeno en el suelo favorecen a las leguminosas. Por otro lado, pastoreos poco frecuentes y un nivel alto de nitrógeno en el suelo promueve el desarrollo

de las gramíneas. Por último, para lograr un buen balance entre ellas lo recomendado son pastoreos frecuentes y alto nivel de nitrógeno en el suelo (Carámbula, 2010a).

Los animales cosechan el forraje de forma desuniforme. Bajo pastoreo, normalmente las plantas no son pastoreadas de forma total, sino que el animal extrae cierto porcentaje de las mismas. Ésta defoliación no es simultánea en el tiempo y muchas macollas y tallos quedan intactos o poco afectados. Con pastoreos muy severos, todas las macollas o tallos son defoliados en forma casi uniforme y simultánea, produciendo un efecto más estresante que con pastoreos normales (Carámbula, 1996).

Resulta importante no sólo tener en cuenta los efectos del pastoreo según la especie, sino también entre las variedades de cada una de ellas. Al respecto Brink, citado por Olmos (2004) reportó en *Trifolium repens*, una reducción en la cantidad de materia seca por hectárea de estolones usando diferentes variedades, al comparar una altura de corte de 2,5 cm con 10 cm.

En la práctica, bajo pastoreo, se hace muy dificultoso llegar al IAF óptimo para cada pastura, por lo que en términos generales, para realizar un buen aprovechamiento del forraje producido, se podría utilizar una altura de corte de 25 centímetros. Por otro lado, es evidente que si se realiza un manejo severo continuo, existe una reducción drástica en el vigor de las plantas, debido a una baja cantidad de reservas, escasas áreas foliares remanentes y efecto negativo sobre los puntos de crecimiento. Por otro lado, para mantener una pastura bien balanceada en cuanto a la relación gramínea/leguminosa, se debe tener en cuenta la desuniformidad del pastoreo que pueden generar los animales, ya que estos normalmente pastorean las hojas más jóvenes, ubicadas en los horizontes superiores de la pastura, provocando que los tallos y las macollas, reciban sucesivos cortes hacia los horizontes inferiores. De esta manera, las hojas maduras quedan apresadas en los horizontes inferiores, y si bien en general son rechazadas por los dientes de los animales, solo serán pastoreadas en mezclas con hojas verdes bajo pastoreos intensos (Carámbula, 1996).

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

#### 2.3.5. Pisoteo y deyecciones

Así como el pastoreo beneficia el reciclaje de nutrientes vegetales en la pastura, también la perjudica en lo que refiere al rendimiento. Esto se debe al daño mecánico producido en las forrajeras y en el suelo ocasionado por las pezuñas de los animales, siendo estos influidos por el tipo de animales, su peso, carga, distancia caminada,

manejo de la pastura, cobertura del suelo, entre otros. En las primeras mencionadas, los macollos y tallos son desgarrados de la corona, y los tallos y las hojas son machacados (Langer, 1981). Por otra parte, el suelo sufre una compactación, resultando en un menor crecimiento vegetal, siendo esta mayor aun cuando el suelo se encuentra en o por encima de la capacidad de campo (Beguet y Bavera, 2001).

Otros autores coincidieron que la producción de la pastura, bajo una dotación normal, se ve disminuida en un 0 a 10 % debido al pisoteo, por lo que concluyeron que bajo dotaciones normales no se produjo daño significativo, con excepción en los suelos húmedos. Por otro lado, observaron que por esta causa se produjeron cambios en la composición botánica (Snaydon, 1981). Existen plantas más tolerantes al pisoteo debido a la forma que presentan, estas son las estoloníferas, rizomatosas, es decir las que presentan hábito de crecimiento más rastreras (Beguet y Bavera, 2001).

De modo de minimizar las consecuencias del pisoteo, en suelos a capacidad de campo o por encima, se recomienda retirar el ganado de la pastura (Langer, 1981). Campbell, citado por Langer (1981) comprobó que el aumento de la carga animal resulta proporcionalmente en mayor daño por pisoteo.

En cuanto a las deyecciones Beguet y Bavera (2001), afirman que las heces frecuentemente destruyen la vegetación por obstrucción y sombra. La orina puede provocar mortandad de plantas en períodos de sequía debido a la concentración de sales. También se producen cambios en la composición botánica porque los excrementos estimulan el crecimiento de gramíneas más que de leguminosas y el forraje cercano a las heces puede permanecer mucho tiempo sin ser pastoreado, principalmente por el olor (hasta 12 días según Voisin (1959); otros autores hablan de meses). El área rechazada es función inversa a la presión de pastoreo.

#### 2.3.6. Efecto sobre la fisiología de las plantas

La defoliación por pastoreo es la forma más sencilla de reducir el área foliar lo cual a su vez afecta el nivel de reservas, el proceso de macollaje, la velocidad de aparición de hojas y el crecimiento de las raíces (Carámbula, 1996).

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

La defoliación de la pastura mediante el pastoreo o corte, determina una disminución instantánea de la actividad fotosintética y consecuentemente del nivel de

energía disponible para la planta (Simpson y Culvenor, citados por Formoso, 1996). Las prioridades de las plantas al ser defoliadas, apuntan a maximizar la velocidad de refoiliación, utilizando eficientemente la energía remanente, a los efectos de restablecer lo más rápidamente posible un balance positivo de fijación de energía (Chapín, Richards, citados por Formoso, 1996).

Las especies forrajeras menos sensibles a una defoliación son aquellas que presentan, luego del pastoreo, un mayor IAF remanente, lo que le permite a las plantas restablecer más rápidamente su actividad fotosintética. Sin embargo, esto ocurre siempre y cuando la masa foliar remanente sea realmente eficiente, por lo que no solo importa la cantidad remanente de hojas, sino también el tipo y estado de las mismas (Carámbula, 2002b).

### 2.3.7. Efecto sobre el rebrote

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

Si el IAF remanente permite a las plantas y por consiguiente a la pastura quedar en una situación de equilibrio entre la fotosíntesis y la respiración (punto de compensación), el rebrote podrá iniciarse sin dificultades y sin necesidades de tener que recurrir a las sustancias de reservas. Es decir que de acuerdo con la altura y la calidad del rastrojo al cual se deje la pastura luego del pastoreo, las plantas tendrán que utilizar o no sustancias de reservas ubicadas, la mayoría de ellas, en los órganos subterráneos (Jacques, citado por Carámbula, 2010c).

En general las sustancias de reserva se acumulan luego de que los productos de la fotosíntesis cubrieron los requerimientos fisiológicos y el crecimiento de los diferentes órganos. Por esto, un exceso en el nivel de reservas se debe a un crecimiento no realizado y si se exagera buscando porcentajes altos de reservas, se producirá poca materia seca, situación que ocurre con pastoreos infrecuentes y aliviados (Carámbula, 2010b).

En pasturas manejadas racionalmente, el rebrote es proporcional a la masa foliar presente, y la pérdida de hojas, representa simplemente una pérdida de área foliar fácilmente recuperable (Milthorpe y Davidson, citados por Carámbula, 2002b). Por el contrario, en pasturas con manejos de manera aliviada, muchas veces el área foliar remanente está constituida por hojas viejas y/o parcialmente descompuestas por la humedad y los microorganismos, por lo que su valor como área foliar fotosintetizante es muy bajo. Esto es de suma importancia en gramíneas con macollas nuevas, donde la

mayoría de las hojas jóvenes, se encuentran en el estrato superior de la pastura. En otras especies, como el trébol blanco, las hojas nuevas que se han formado bajo la sombra proporcionada por el exceso de follaje, al ser expuestas bruscamente a la luz solar, pueden sufrir una desecación, provocando una menor eficiencia fotosintética (Pearce et al., citados por Carámbula, 2002b).

#### 2.3.8. Efecto sobre las raíces

Otro efecto importante de la defoliación, al bajar las sustancias de reserva, es su influencia en el sistema radicular, ya que cuando ocurre sobrepastoreo, se da una reducción considerable en los sistemas radiculares (Troughton, citado por Carámbula, 2010b). En los períodos de sequía, provoca una disminución de absorción de agua y nutrientes desde partes profundas del suelo, condicionando también el rebrote y la supervivencia de las plantas.

Para que las pasturas produzcan abundante forraje, es necesario, entre otros factores, que cuenten con un sistema radicular adecuado, especialmente en momentos de déficits hídricos (Carámbula, 2010b).

Luego de cada corte o pastoreo una parte importante de los sistemas radiculares de una pastura muere y con ella, en las leguminosas mueren también numerosos nódulos, todo lo cual sucede como consecuencia de la falta de aporte de carbohidratos producidos por la parte aérea, al quedar ésta reducida luego de un pastoreo (Carámbula, 2010b).

Se deben de evitar todas aquellas medidas que tiendan a debilitar a las plantas, y en consecuencia que promuevan enfermedades. El pastoreo es el estrés más severo a la que está sometida una pastura. Después de una defoliación los carbohidratos de las raíces disminuyen de manera abrupta, alterando la fisiología de la planta. De realizarse pastoreos o cortes frecuentes se ven favorece la ocurrencia de podredumbres radiculares, como consecuencia de la no reposición de reservas a nivel radicular, necesarias para el crecimiento o el rebrote (Altier, 1996).

#### 2.3.9. Efecto sobre la utilización del forraje

La eficiencia de utilización de forraje en un sistema de pastoreo puede ser definida como la relación entre el forraje consumido por los animales y el forraje producido (Hodgson, 1990).

La utilización de la pastura depende de la frecuencia y severidad de defoliación, así como también de las características estructurales de la misma. Cuando el intervalo de defoliación es superior a la vida media foliar, una mayor proporción de material verde puede perderse por senescencia y la diferencia entre la producción primaria y la

cosechable aumenta. El manejo que se haga de la pastura interactúa con la morfogénesis y las características estructurales de la pastura determinando la fracción cosechable de la misma. Esto es importante para establecer estrategias de pastoreo, considerando el intervalo de aparición foliar y el número de hojas vivas por macollo, y teniendo en cuenta el tiempo de descanso óptimo para cada especie en particular (Chapman y Lemaire, citados por Brancato et al., 2004).

Según García, citado por Leborgne (1983), la utilización promedio para una pradera en la zona del litoral es de 60% para praderas y 70% para alfalfa en verano y 70% en otoño para praderas o alfalfas.

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

Para lograr la máxima producción debe evitarse defoliaciones tan severas que reduzcan el crecimiento de forraje, pero que sea lo suficientemente intensa como para lograr una eficiencia de cosecha alta, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia (Pearson et al., citados por Escuder, 1996).

#### 2.3.10. Efecto sobre la calidad

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

Preservar la pastura con alta calidad nutritiva, es un aspecto que resulta fundamental si se pretende alcanzar los mejores resultados. La base del manejo del pastoreo, consiste en disponer de pasturas densas, con tallos que permanezcan en estado vegetativo y con fertilizaciones adecuadas (Appleton, citado por Carámbula, 1996).

A medida que avanza en el ciclo de maduración de una pastura, la calidad de forraje disminuye. Esto se debe a: translocación de carbohidratos y proteínas hacia la inflorescencia y frutos, aumento de la lignificación de las paredes celulares y disminución de la relación hoja/tallo, fundamentalmente en la fracción gramínea, ya que en las leguminosas estos cambios son menos notorios (Milot et al., 1987).

La elección del momento de realizar la cosecha es de suma importancia, ya que según sea manejada la pastura, se podrán lograr distintos rendimientos y calidades de forraje. Durante la etapa vegetativa, los porcentajes de digestibilidad se mantienen

relativamente estables, pero una vez comenzada la encañazón en las gramíneas, se registra una considerable perdida de digestibilidad de la pastura (Carámbula, 1977).

El componente leguminoso de la mezcla, eleva notablemente la calidad nutritiva de la misma. A través del manejo, ya sea por pastoreo o fertilización, es posible modificar la población de plantas de leguminosa y por lo tanto aumentar la calidad del forraje ofrecido. Es posible afirmar que la mejor calidad de una pastura se logrará cuando se alcancen altos porcentajes de leguminosas, contribuciones elevadas de hojas verdes y bajos aportes de material en descomposición o muerto (Carámbula, 1996).

Para hacer un buen manejo de las pasturas cuando estas pasan a su etapa reproductiva es necesario recordar que la producción de forraje en este momento, depende del desarrollo de los tallos fértiles, de los tallos vegetativos, y de la aparición de nuevas macollas y tallos pequeños que van reemplazando a los tallos fértiles, cuando estos son removidos (Carámbula, 2010b).

Aquí hay que tener presente que en esta etapa se va a dar una gran acumulación de materia seca pero con una notoria caída en la calidad de la misma. Por tanto si nuestro objetivo principal es el de utilizar el forraje directamente con los animales hay que hacer un balance entre los dos aspectos anteriores. De esta forma es ideal comenzar con el control temprano en la primavera, cuando el animal no puede discriminar entre macollas vegetativas y reproductivas. Si esto se logra, el macollaje será activo, con sistemas radiculares más profundos y con entrega de forraje de mayor calidad hacia el verano. Debe de tenerse en cuenta que estos pastoreos de fines de primavera así como los del inicio no deberán ser intensos. Todo esto se aplica para especies perennes donde la floración no es necesaria, y tiene beneficios suprimirla (salvo en algunas especies y bajo determinadas circunstancias). Contrariamente a lo que ocurre en las especies anuales donde hay que favorecer la floración y fructificación para asegurar su persistencia (Carámbula, 2010b).

La calidad del forraje está afectada, entre otros factores, por la carga animal, aunque el efecto relativo depende de cada situación en particular. En el corto plazo, la calidad del forraje ofrecido aumenta con la intensidad de pastoreo, al disminuir la cantidad de forraje. En el largo plazo, la calidad va a depender si se produce o no un reemplazo de las especies sembradas y la calidad de las mismas (Escuder, 1997). Para Wade, citado por Escuder (1997), al aumentar la carga, la disminución en el consumo de materia seca fue de mayor importancia relativa que la disminución del valor nutritivo observable en el forraje ofrecido.

Según Langer (1981) para obtener mayores rendimientos y de menor calidad son necesarios manejos de pastoreo poco frecuentes e intensos, por lo contrario cortes o pastoreos repetidos y aliviados, promueven menores rendimientos pero de mayor calidad.

### 2.3.11. Efecto sobre la composición botánica

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

Cuando la composición botánica es modificada, en consecuencia la distribución de la producción a lo largo del año se ve alterada, pero la producción total anual tiene menor variación (Escuder, 1996).

Gallarino (2010) trabajando en áreas muy diferentes de Argentina demostró que asignar a una pastura, polifítica o no, un número adecuado de animales es un factor de gran importancia por los efectos posteriores en la productividad, persistencia y composición (en el caso de pasturas consociadas) de esa pradera. Es sabido que algunas especies forrajeras tienen una plasticidad fenotípica más marcada por la cual, frente a aumentos de la presión de pastoreo, modifican su morfología y la estructura de la población para mantener un crecimiento constante.

Jones, citado por Barthram et al. (1999) reconoce que existen momentos críticos del año para una pastura donde, darle tiempo de recuperación luego de una defoliación así como pastorearla intensamente, puede alterar la composición de especies de la misma. El tiempo de ese período crítico depende de las especies presentes, pero en general, defoliaciones poco intensas en momentos de activo crecimiento de una especie, puede favorecer la predominancia de ésta en la pastura.

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

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

El manejo de una pastura mixta debería apuntar al mantenimiento de cierto equilibrio entre los componentes gramínea y leguminosa, de forma tal que permita la

obtención de buenos rendimientos de forraje de calidad, así como la disminución de riesgo de meteorismo y/o desbalances en la dieta (Millot et al., 1987).

En manejos de pastoreo poco frecuentes, la competencia por luz ejercida por las gramíneas sobre las leguminosas, llega a ser muy importante en primavera. En invierno, esta situación se revierte, y la escasez de luz favorece a las leguminosas, transformándose en una limitante muy seria para las gramíneas (Carámbula, 2002b).

También, el manejo de pastoreo puede hacer variar las proporciones de las distintas forrajeras, al favorecer especies erectas o postradas según la intensidad en que se realice la defoliación (Harvis y Brougham, citados por Carámbula, 2002b). Al reducir la superficie foliar y permitir la penetración de luz hacia los horizontes inferiores, se verán favorecidas las especies postradas (Carámbula, 1996).

Los pastoreos frecuentes, favorecen la proporción de leguminosas bajas y estoloníferas, en detrimento de las erectas. Mientras que manejos aliviados favorecen a las gramíneas de porte erecto, manejos intensivos promueven a las especies postradas (Carámbula, 2002b).

Jones, citado por Carámbula (2010b) concluye que gran parte del descenso en la productividad y el deterioro de la composición botánica de las pasturas sembradas es el resultado de manejos incorrectos. También enfatizó la importancia fundamental de las interacciones entre manejo y fertilizante, en el mantenimiento o mejoramiento de la composición y calidad de la pastura.

Bajo pastoreo rotativo controlado con altas cargas, las parcelas fertilizadas cambiaban su composición florística predominando las especies deseables. Las mismas, pero sin subdivisiones adecuadas y bajo pastoreos no controlados, casi no mostraban cambios en su composición botánica ni en su longevidad, porque el pastoreo selectivo anulaba el efecto benéfico del fertilizante (Carámbula, 2010b).

#### 2.3.12. Efecto sobre la persistencia

La persistencia de una especie se relaciona al comportamiento de aparición y muerte de hojas, al proceso de macollaje y a la formación de raíces. En general, una pradera es pastoreada en forma discontinua, dando lugar a la formación de zonas aliviadas y de zonas sobrepastoreadas. Ambos procesos, reducen la persistencia de la pastura al disminuir la probabilidad de formar macollas nuevas (Carámbula, 1977).

La falta de persistencia ocurre en general por una pérdida de las especies perennes sembradas, básicamente las leguminosas, mientras que las gramíneas permanecen en poblaciones poco variadas, aunque teniendo rendimientos menores a medida que avanza la edad de la pastura. Al disminuir las leguminosas, sus nichos van

siendo ocupados por plantas invasoras como malezas y gramíneas ordinarias, muchas veces anuales (Carámbula, 2010c).

Hogdson y Sheath, citados por Carámbula (2002b), opinan que la interacción entre frecuencia e intensidad de pastoreo, ejerce una influencia muy importante sobre el porcentaje de sobrevivencia de cada una de las unidades de crecimiento, tanto de macollas y tallos como de estolones y rizomas.

Cualquier manejo de pastoreo que promueva bajas cantidades de reservas de carbohidratos solubles, conducirá a poblaciones ralas y débiles. Esto es explicado porque las reservas de carbohidratos de las plantas son los determinantes de la sobrevivencia de estas a las bajas temperaturas invernales y las elevadas de fin de primavera (Carámbula, 2003).

Cualquier factor que retrase el crecimiento radicular tendrá un impacto negativo en la sobrevivencia de las plantas, ya que se verá afectada la absorción de agua y nutrientes (Donaghy y Fulkerson, 1998).

Mediante pastoreos severos en época de floración sobre gramíneas perennes, permitirá controlar severamente el desarrollo de las inflorescencias y los efectos nocivos que acompañan este proceso desaparecen, por lo que la pastura se recuperara fácilmente por su continuo macollaje. Esto promueve el crecimiento vigoroso de los macollos vegetativos existentes y la aparición de los nuevos macollos, lo cual permitiría asegurar la sobrevivencia de un número suficiente de ellos a través de sistemas radiculares más amplios, necesarios para garantizar un buen rebrote y un buen potencial para los meses siguientes (Carámbula, 2004).

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

Si el pastoreo se realiza de acuerdo a lo recomendado, no sería capaz de producir inconvenientes serios en la persistencia, pero existen algunos factores asociados que podrían provocar efectos nocivos sobre las pasturas. Éstos pueden ser, el pisoteo, el pastoreo selectivo, el traslado de fertilidad, entre otros (Hay y Hunt, citados por Carámbula, 2002b).

El pastoreo interacciona en forma muy compleja con los factores ambientales dominantes y con las especies que componen la pastura. Cuando las presiones ambientales son severas (altas temperaturas, sequías), el manejo se vuelve crítico, para tratar de no afectar la persistencia de las plantas. Al contrario, cuando las presiones ambientales son bajas y por tanto las condiciones para el crecimiento son favorables es posible realizar, en ciertos momentos, manejos relativamente severos (Carámbula, 2010b).

## 2.4. PRODUCCIÓN ANIMAL

### 2.4.1. Aspectos generales de la producción animal en pastoreo

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

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

Según Hodgson, citado por Beretta et al. (2007) afirma que la productividad de un sistema pastoril, es el resultado integrado de la producción de forraje, su utilización por parte de los animales y la eficiencia con que este forraje cosechado es transformado en producto animal. Mientras que la intensidad de pastoreo es el principal factor que afecta este proceso y puede ser regulado a través del manejo de la carga (tipo y número de animales/unidad de área) y el método de pastoreo, el cual afecta la distribución espacial y temporal de los animales en los diferentes potreros.

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

El manejo que se realiza en la pastura tiene un efecto sobre el nivel de consumo. Es posible incrementar el consumo individual disminuyendo la dotación, pero esto aparejará una disminución en la producción por hectárea. Por otro lado, la máxima

utilización de forraje por unidad de área se puede lograr a través de una mayor dotación, viéndose disminuido el consumo animal, de tal manera que incluso no se pueda llegar a satisfacer las necesidades del mantenimiento, produciéndose entonces pérdidas de peso (Rovira, 2012).

Para Beretta et al. (2008), esta menor producción por animal es compensada (dentro de un determinado rango de cargas) por el mayor número de animales por hectárea, pero resulta en una limitante en determinadas circunstancias, cuando es necesario priorizar la ganancia individual, como es el caso de animales en terminación.

Mott (1960) sostiene que en pastoreos con baja carga la ganancia de los animales será alta, y al aumentar la carga esta ganancia de peso individual se verá reducida progresivamente. Esto se debe a que la menor disponibilidad de forraje por animal limita el consumo e incrementando los costos energéticos de la actividad de pastoreo por unidad de forraje consumido. Con aumentos de la carga, la producción de carne por hectárea será mayor dentro de cierto rango, ya que los incrementos de producción por parte de la carga son relativamente mayores a los que se pueden ganar con menor carga y con ganancias individuales máximas

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

##### 3.1.1. Ubicación y descripción del sitio experimental

La tarea de campo se realizó en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay) ubicada sobre la ruta nacional No. 3, Km 363. La misma se llevó a cabo durante el período de verano-otoño, comprendido entre las fechas 07/01/2015 y 02/06/2015.

La misma se ubica en el potrero número 34 sobre la latitud 32°22'31.23"S, y longitud 58° 3'45.62"O.

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

##### 3.1.2. Antecedentes del área experimental

Las mezclas fueron evaluadas en su primer año de vida, y fueron sembradas sobre un rastrojo de pradera mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* y *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, y *Lotus corniculatus*.

La fecha de siembra fue el 23 de mayo de 2014. La densidad de siembra para *Dactylis glomerata*, cv. INIA Perseo fue de 10 kg/ha, y para *Medicago sativa* cv. Chaná fue de 12 kg/ha. Para *Festuca arundinacea* se sembraron los cv. Tacuabé, Tuscany II, y Brava, a una densidad de siembra de 15 kg/ha para los tres casos, y además *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel y *Trifolium repens* cv. Zapicán a densidades de siembra de 8 kg/ha y 2 kg/ha respectivamente.

A la siembra las pasturas fueron fertilizadas con 100 kg/ha de fertilizante binario 7-40-0. A principios del mes de agosto de 2014 fue fertilizado todo el potrero con 100 kg/ha de urea, y a mediados del mismo mes se aplicaron 400 cc/ha de Preside (flumetozulam), solamente en los bloques 3 y 4.

### 3.2. TRATAMIENTOS

Los tratamientos consisten en 4 mezclas simples:

- *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, *Lotus corniculatus* cv San Gabriel, *Trifolium repens* cv Zapicán (Tratamiento 1).
- *Festuca arundinacea* cv. Brava INTA, *Lotus corniculatus* cv San Gabriel, *Trifolium repens* cv Zapicán (Tratamiento 2).
- *Festuca arundinacea* cv. Tuscany II, *Lotus corniculatus* cv San Gabriel, *Trifolium repens* cv Zapicán (Tratamiento 3).
- *Dactylis glomerata* cv INIA Perseo, *Medicago sativa* cv Chaná (Tratamiento 4).

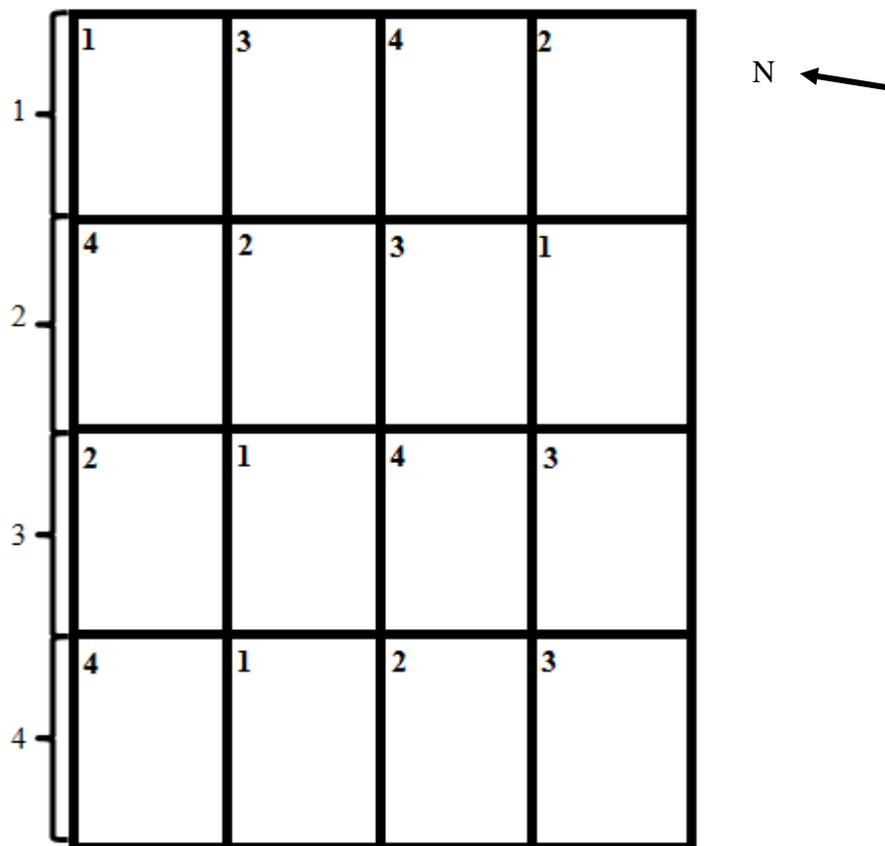


Figura No. 1. Croquis del área experimental.

### 3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar, con cuatro tratamientos, obteniendo así las 16 parcelas.

El área experimental abarca una superficie de 5,28 há, las cuales se dividen en dos bloques de 1,04 há y los restantes dos bloques de 1,6 há. En los bloques más chicos se encuentran parcelas de 0,26 há., mientras que en los bloques más grandes las parcelas alcanzan un área de 0,4 há.

Durante la duración del estudio se realizaron 2 períodos de pastoreo, comprendidos, el primero entre el 7/01/2015 al 4/3/2015, mientras que el segundo, entre el 5/3/2015 y el 9/4/2015. Con una duración de 56 y 36 días respectivamente

### 3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología de este trabajo se basó en la medición de distintas variables, tanto animal como vegetal.

Dentro de las vegetales se midieron la disponibilidad y remanente de materia seca, composición botánica, distribución y proporción de malezas y suelo descubierto.

Desde el punto de vista animal se midió los cambios en peso vivo y ganancia diaria que experimentaron los novillos en función de los tratamientos.

Los tratamientos fueron pastoreados por cuatro novillos con un peso promedio en el total del período de 476 kg lo que representa una carga de 3,8 U.G. por hectárea suponiendo que una unidad ganadera son 380 kg por hectárea y que la superficie de cada tratamiento es de 1,32 hectáreas.

Al culminar el período experimental a fines de mayo del 2015 se realizó un estudio de los componentes morfológicos de la pastura. Cabe resaltar que las mediciones se realizaron aproximadamente 50 días posteriores al cierre del último pastoreo. Las muestras se tomaron a partir de los bloques 1, 3 y 4. Se analizó el componente leguminosas en su conjunto por un lado y luego el componente gramíneo por otro.

#### 3.4.1. VARIABLES ESTUDIADAS

##### 3.4.1.1. Disponibilidad y remanente de materia seca

La disponibilidad de materia seca se define como la cantidad en kg/ de materia seca (MS) que se encuentra en el momento de ingreso de los animales a la parcela (materia seca presente), sumada a la tasa de crecimiento de la misma durante el período de pastoreo. El remanente por lo contrario es la cantidad en kg/ha de materia seca que queda luego de retirados los animales.

Para obtener dichas variables se utilizó el método de doble muestreo relacionando forraje disponible con altura de la pastura. Para calibrar el método se

cortan 12 muestras al azar de 0,2 m x 0,5 m en cada tratamiento, el contenido de dichos cortes fueron pesadas frescas y secas utilizando el secado en estufa durante 48 horas a 60°C. En cada muestra de corte se medían 3 alturas tomando como referencia la diagonal y se relaciona altura promedio con kg MS de cada muestra.

#### 3.4.1.2. Altura del forraje disponible y del remanente

Antes de la entrada de los animales a la parcela se tomaron medidas de altura promedio del forraje expresadas en centímetros (cm). Lo mismo se realiza a la salida de los animales obteniendo así altura promedio de forraje disponible y remanente.

La altura promedio se determinó en base a 30 medidas tanto para forraje disponible como para remanente, de cada parcela.

#### 3.4.1.3. Forraje desaparecido

Su cálculo se realizó a partir de la diferencia entre el disponible y el remanente sumando la tasa de crecimiento en el período de pastoreo. Es decir se refiere a la cantidad de materia seca desaparecida en el período de pastoreo.

#### 3.4.1.4. Porcentaje de desaparición

Se calcula en base a la relación de forraje desaparecido con respecto a la materia seca disponible al inicio del pastoreo.

#### 3.4.1.5. Producción de materia seca

La producción de forraje (kg/ha de MS) se determinó a través del forraje presente al inicio del pastoreo menos el forraje remanente al final del pastoreo anterior, ajustando por los días de crecimiento durante el período de pastoreo.

#### 3.4.1.6. Tasa de crecimiento

Es la cantidad de MS producida por día (kg/ha MS/día) en un período comprendido entre dos pastoreos. Se calcula con el cociente entre el forraje producido y los días de descanso entre dos pastoreos sucesivos.

#### 3.4.1.7. Composición botánica

La determinación de este parámetro fue en base al método de ranking por contribución de materia seca botanal (Tothill et al., 1978), que consiste en cuantificar, a través de apreciación visual, en que proporciones de encuentra los diferentes componentes de la pastura en cada muestra: gramínea, leguminosa, maleza, suelo

desnudo y restos secos. Por parcela se tomaron 40 muestras con el rectángulo de 20cm X 50cm, y las mediciones se realizaron tanto en el disponible como en el remanente.

Yendo al caso de las "gramíneas" estas se corresponden a festuca y dactylis, y cuando se nombra "leguminosas", se hace alusión al trébol blanco y lotus por un lado y a la alfalfa y trébol blanco respectivamente. A pesar de que el trébol blanco no es una especie componente dentro de esta última mezcla, esta hace un aporte muy bueno a la ganancia animal por lo cual se la suma por ser una especie espontanea de aporte forrajero.

#### 3.4.1.8. Selectividad relativa

La selectividad relativa se calcula para determinar si existen diferencias en la selectividad de los animales respecto a una gramínea u otra. El cálculo se realiza restando a los kg de materia seca disponible de la gramínea, los kg de materia seca remanente de este componente, y este se divide por los kg de forraje disponible, obteniéndose la selectividad de cada gramínea.

#### 3.4.1.9. Relación parte aérea/raíz

Se midió la relación parte aérea/raíz para determinar cómo evolucionaron las raíces a lo largo del experimento. El cálculo se realiza a través del cociente entre el peso de la parte aérea sobre el peso de las raíces, según cada especie estudiada: gramínea, leguminosa o maleza. Se tomaron 3 muestras por parcela de 20 centímetros por lado y 20 centímetros de profundidad. Las muestras fueron lavadas de tal forma de que estas quedaran limpias sin restos de tierra con el fin de proceder a medir la profundidad radicular así como el peso radicular y aéreo.

#### 3.4.1.10. Peso de los animales y ganancia de peso

El peso de los animales se realizó con el uso de una balanza electrónica, siempre bajo las mismas condiciones, temprano en la mañana y con ayuno previo. Las pesadas se realizaron los días: 07/01/2015; 23/01/2015; 04/03/2015; 09/04/2015.

La ganancia de peso vivo (kg/a/día) se obtuvo dividiendo la diferencia entre el inicio y el final del experimento, dividido la cantidad de días que estuvo el animal en el mismo.

#### 3.4.1.11. Producción de peso vivo

Es la cantidad de kilogramos (kg/há) que se produjeron en cada tratamiento a lo largo del experimento. Se calculó como el cociente entre la ganancia de todo el período y la superficie total de cada tratamiento.

#### 3.4.1.12. Oferta de forraje

La oferta de forrajera (kg MS/ 100kg PV/día) son los kilogramos de pasto que se les ofrece a los animales, expresados como los kilogramos de materia seca de pasto por cada 100 kilogramos de peso vivo.

#### 3.4.1.13. Eficiencia de utilización

La eficiencia de utilización (kg MS/kg PV) corresponde a los kg forraje desaparecidos para la producción de un kilo de ganancia animal, para el período en el cual se realizó el experimento.

#### **3.4.1.14. Balance hídrico**

El balance hídrico se realiza con el fin de constatar el nivel hídrico del suelo en el periodo de estudio. Para la realización del mismo se tuvieron en cuenta las precipitaciones, la ETP y la capacidad de almacenaje de agua por parte del suelo. El agua potencialmente disponible para campos de la Unidad San Manuel fueron estimadas por Molfino y Califra (2001) en 123,4mm.

### 3.5. HIPÓTESIS

#### 3.5.1. Hipótesis biológica

-Ho: las distintas mezclas forrajeras no difieren en producción de forraje, en composición botánica, y en producción de carne.

-Ha: existe al menos una mezcla forrajera que difiere en al menos una de las variables en estudio.

### 3.5.2. Hipótesis estadística

$$-H_0: T_1=T_2=T_3=T_4$$

-Ha: existe al menos un  $T_i$  diferente.

### 3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis que se utilizó en este trabajo se realizó con el programa INFOSTAT. El objetivo es cuantificar la variabilidad del experimento a través de un análisis de varianza, determinando si existen diferencias entre tratamientos. En caso de haberlas, se realiza una prueba de comparación de medias (LSD Fisher) con el fin de constatar cuál o cuáles son los tratamientos que difieren. En este caso se tomó un nivel de significancia del 10%.

Para poder realizar el análisis estadístico es pertinente contar con un modelo estadístico que se ajuste al experimento. El modelo se presenta a continuación:

$$-Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Siendo:

-Y = Variable de interés.

- $\mu$  = Media general.

- $T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

- $\beta_j$  = Efecto del j-ésimo bloque.

- $\varepsilon_{ij}$  = Error experimental.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. DATOS METEOROLÓGICOS

A continuación se presentan los datos de las precipitaciones comparativos entre los meses de enero y junio del año en estudio (2015) y la serie histórica de Paysandú para los años 2002-2013. Como se puede observar también se agregaron los datos de noviembre-diciembre del año 2014 ya que afectan directamente a la producción de pasturas del período de estudio.

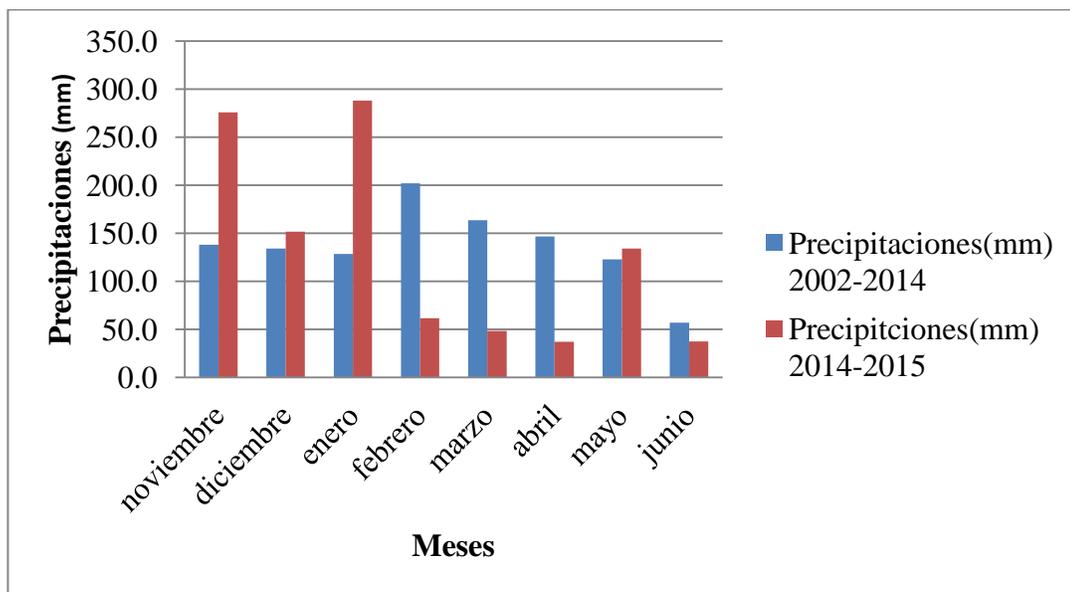


Figura No. 2. Registro de precipitaciones durante el experimento comparado con el promedio histórico.

Como se puede observar en la figura, existen diferencias muy marcadas en el régimen pluviométrico en lo que refiere al período de estudio enero-junio entre la serie histórica con los datos del período experimental.

Durante el período bajo estudio en si el mes de enero fue el único donde se encontraron mayores precipitaciones de forma significativa con respecto a los 13 años anteriores más que duplicando su valor. Mientras tanto en febrero, marzo y abril cerraron con una acumulación aproximada de 147 milímetros representando apenas el 29% del promedio histórico. Esto provoca condiciones adversas a la producción de forraje en meses de gran requerimiento de agua. Para culminar el mes de mayo y junio terminaron con valores similares al promedio histórico.

A pesar de no ser parte del período de estudio las precipitaciones de noviembre y diciembre del 2014 son de gran importancia ya que nos indicaran el nivel de humedad que tenía el perfil del suelo al comenzar el período de estudio. Las precipitaciones de ambos meses superaron a la histórica por 155 milímetros.

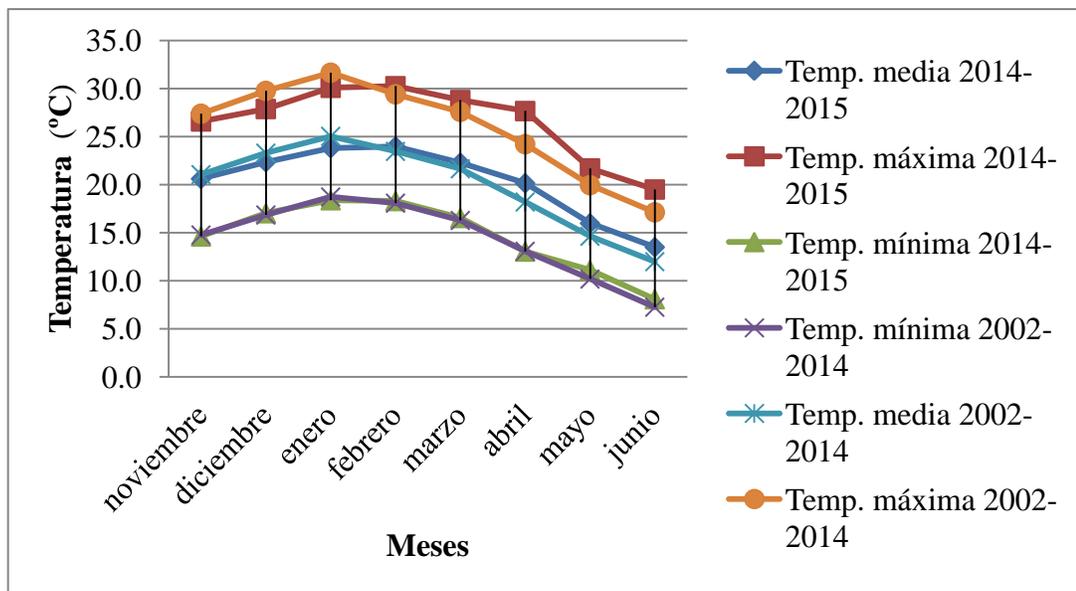


Figura No. 3. Registro mensual de temperaturas medias, en comparación con la media de la serie histórica 2002-2014.

En lo que respecta al período de estudio, a partir de mediados de enero hasta junio se registraron temperaturas medias levemente superiores en el año que transcurre el experimento. Estas diferencias son explicadas en mayor medida por un aumento de las temperaturas máximas promedio. En el año y hasta mediados de enero se observaron temperaturas promedio y máximas menores a las del promedio histórico.

Según Carámbula (2002a), las especies con metabolismo tipo C3 como *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* tienen buen desarrollo con temperaturas de 15 a 20°C. En lo que respecta a los meses previos al inicio del período experimental, las temperaturas estuvieron por debajo del promedio histórico y por lo tanto cercano a las temperaturas óptimas para dichas especies. Luego, a partir de mediados de enero, y durante los meses de febrero y marzo las temperaturas medias podrían haber afectado la producción de forraje, ya que superan este rango. Esto se ve más agravado debido a las temperaturas máximas registradas durante el período experimental y el déficit hídrico ya nombrado.

Cuadro No. 3. Balance hídrico noviembre-junio 2015

	PP. (mm)	E.T.P.	PP.-E.T.P.	Agua disponible en el suelo
noviembre	275,7	175,3	100,5	123,4
diciembre	151,9	184,5	-32,6	90,8
enero	287,8	186,9	100,9	123,4
febrero	61,5	164,4	-102,9	20,5
marzo	48,3	114,6	-66,3	0
abril	37,1	98,5	-61,4	0
mayo	134,1	39,6	94,5	94,5
junio	37,3	36,1	1,2	95,7

En el balance hídrico se puede apreciar una gran deficiencia hídrica en los meses de marzo y abril de alrededor de 60 mm. Febrero es un mes que tiene un déficit mensual, pero al llegar con el perfil lleno el balance termina siendo positivo, al no tener en cuenta otros factores para el cálculo, seguramente no se lograron cubrir los requerimientos. Por estos motivos, en los meses de febrero, marzo, y abril se vio comprometida la producción vegetal.

Debido a estas condiciones se tuvieron que retirar los animales del pastoreo, por la falta de disponibilidad de forraje y para no seguir comprometiendo la persistencia de la pastura.

Esta situación de déficit hídrico se revirtió en el mes de mayo, donde las precipitaciones alcanzaron el promedio histórico, normalizando la producción de forraje.

#### 4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE

Para el estudio de las diferentes variables nombradas anteriormente se utilizaran los datos del primer y segundo pastoreo y también la del promedio de ambas.

##### 4.2.1. Forraje disponible

En la siguiente tabla se presentan los datos de disponibilidad de materia seca por hectárea para los diferentes tratamientos y en los diferentes pastoreos.

Cuadro No. 4. Forraje disponible promedio por tratamiento (kg/ha MS)

Tratamientos	Primer pastoreo (kg/ha MS)	Segundo pastoreo (kg/ha MS)	Promedio (kg/ha MS)
FTu.	6721 A	2951 A B	4836 A
FBr.	6180 A B	3301 A	4741 A
FTa.	5474 B	2663 B	4069 B
Da.	4424 C	2407 C	3415 C

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

En lo que respecta a la disponibilidad de forraje, en el promedio de ambos pastoreos se encontraron diferencias significativas a favor de FTu. y FBr. con probabilidad del 10%, seguidas por FTa. que a su vez presentó diferencias significativas incluso sobre la mezcla Da. Esta diferencia a favor del tratamiento FTu., es debido a un mayor desarrollo de leguminosas tanto de trébol blanco como de lotus. a causa de la baja implantación de la misma. En este tratamiento también se observa la mayor diferencia en la disponibilidad de forraje debido a la disminución de la producción del trébol blanco como consecuencia del stress hídrico ocurrido en el segundo pastoreo.

Lo esperable sería observar mayor disponibilidad de forraje del tratamiento Da. a causa de la producción de la alfalfa, pero dado que la siembra de la pradera se realizó en una fecha tardía, la misma tuvo problemas de implantación, provocando una baja población de plantas. Sumado a esto, en el primer pastoreo la festuca estaba en estado reproductivo lo que provocó la acumulación de tallos florales.

En ambos pastoreos, pero principalmente en el primero, los forrajes disponibles superan a los recomendados para iniciar el pastoreo. Según Zanoniani et al. (2006), las frecuencias de pastoreo se encuentran entre 1500 a 2000 kg/ha de materia seca disponible para el ingreso de los animales a pastorear.

Como primera apreciación para explicar las muy altas disponibilidades del primer pastoreo se destaca un descanso prolongado del pastoreo en el área previo a comenzar el período de evaluación. Esto nos determina un número de días muy amplio al siguiente pastoreo que posibilita un mayor crecimiento de las pasturas. Esto determinó que el primer pastoreo llego a tener un máximo de 61 días de crecimiento mientras que el segundo pastoreo estuvo un período máximo sin pastoreo de 41 días.

En cuanto a las condiciones ambientales que imperaron previo y durante el primer pastoreo, se puede observar que el status hídrico del suelo no fue una limitación y que hasta mediado del mes de enero las temperaturas promedio del año en estudio estuvieron por debajo del promedio histórico y por lo tanto más cerca del óptimo de las pasturas sembradas.

Según Carámbula (2010a) la festuca debe ser utilizada de tal manera que no crezca en demasía, ya que si pierde terneza, pierde digestibilidad y apetecibilidad y por lo tanto el animal la rechaza. A lo que Muslera y Ratera (1984) agregan que para tener un aprovechamiento óptimo el pastoreo debe ser intenso y frecuente, pero no continuo. Ayala et al. (2010) recomiendan pastoreos de 15 a 18 cm de altura a remanentes de 5 a 7 cm.

Capandeguy y Larriera (2013) reportaron para mezclas de festuca, trébol blanco y lotus sembradas temprano al igual que nuestras praderas un disponible de 1500 kg/ha MS. Mientras que para la mezcla de dactylis y alfalfa registraron disponibilidades de 2550 kg/ha MS. Estas disponibilidades están muy por debajo de las registradas en este trabajo para el caso de la mezcla de festuca, registrando en promedio la tercera parte de la que se registró en nuestro período de evaluación. Para el caso de la mezcla de dactylis, las diferencias en disponibilidad son menores, aunque las disponibilidades en esta investigación están 1000 kg/ha MS por encima. Esto es debido a las condiciones climáticas imperantes durante el comienzo del verano, donde por un lado el balance hídrico fue positivo hasta fines de febrero y también las temperaturas estuvieron debajo de los promedios históricos. Estas condiciones se asemejan a las dadas en primavera y por ende se esperarían producciones mayores a las de un verano típico.

Datos extraídos de Abud et al. (2011) para una mezcla de festuca, trébol blanco y lotus otorgan para el primer pastoreo disponibilidades de 4500 kg/ha MS mientras que para el pastoreo otoñal reportan 3500 kg/ha MS. Comparándolo con los datos de nuestro período experimental, las praderas de festuca tienen una mayor disponibilidad estival que las de Abud et al. (2011) superando los registros por aproximadamente 1500 kg, mientras que en el período otoñal las registradas en nuestro trabajo son 500 kg MS inferiores. Estas diferencias de producción están fundamentadas por las condiciones climáticas diferenciales entre ambos experimentos. Por un lado las condiciones experimentales de Abud et al. (2011) fueron en un comienzo secas y luego a partir de febrero lluviosas, mientras que en nuestro período experimental fueron inversas a las mencionadas anteriormente.

#### 4.2.2. Altura de forraje disponible

En el siguiente cuadro se puede observar la altura disponible medida en centímetros para cada tratamiento.

Cuadro No. 5. Altura disponible promedio por tratamiento (cm)

Tratamiento	Primer pastoreo (CM)	Segundo pastoreo (CM)	Promedio (CM)
Da.	27,8	15,6 A	21,7
FBr.	25,2	13,1 A B	19,1
FTa.	26,0	11,8 B	19,0
FTu.	24,9	11,3 B	18,1

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

En la tabla se puede ver que se encontraron diferencias significativas solamente en el segundo pastoreo. Numéricamente las alturas de la mezcla Da. es siempre superior a pesar de que estadísticamente son sólo superiores en el segundo pastoreo frente a las mezclas “FTa.” y “FTu.”.

Según Hodgson (1984), la altura del forraje y la cantidad de materia seca disponible están relacionadas entre sí, por lo que los factores que afectan la cantidad de materia seca disponible son los que explican, a su vez, los resultados obtenidos en la altura del forraje. Lo anteriormente dicho es contrario a lo que se observa en las praderas en estudio ya que en el primer pastoreo la disponibilidad de forraje arrojó diferencias significativas donde la mezcla “Da.” fue la que menor disponibilidad de materia seca obtuvo y sin embargo esto no se ve reflejado en la altura. Esto está explicado a partir de que *Medicago sativa* tiene un crecimiento erecto a partir de corona, sumado a que el dactylis es más erecto que la festuca. Como contraparte, en las otras mezclas encontramos lotus que tiene crecimiento a partir de corona pero de menor porte y a su vez al trébol blanco, especie estolonífera y con hábito postrado.

Se puede observar como las alturas de entrada a pastorear en el primer pastoreo supera a las recomendados por Zanoniani et al. (2006) para la entrada de animales a pastoreo, que oscilan entre 15- 20 cm. En contraposición de esto encontramos que en el segundo pastoreo la altura de entrada era menor a la recomendada a pesar de que la disponibilidad en kilogramos de materia seca es incluso excesiva, explicado por una mayor proporción de restos secos. El promedio entre los dos pastoreos nos otorga una entrada ideal al pastoreo explicada por el exceso del primero y un déficit en el segundo.

La altura de entrada en el primer pastoreo claramente beneficia a la mezcla de dactylis y alfalfa ya que el primer componente soporta muy bien el sombreado y el segundo se beneficia de pastoreos rotativos, cuyos períodos de descanso favorecen la acumulación eficiente de reserva. Según Formoso (2000) su mejor desempeño productivo lo alcanza cuando se pastorea a 35 cm, momento en que comienza el rebrote basal, por lo cual antes de alcanzar dicha altura no debería pastorearse, ya que de hacerlo se debilitaría drásticamente el alfalfar.

En el segundo pastoreo esto no es beneficiario debido a que la altura de ingreso registró un dato de 15,60 centímetros. Según Formoso, citado por Gomes de Freitas y Klassen (2011), luego de un pastoreo el nivel de reservas de la raíz disminuye hasta un valor mínimo, que es cuando la planta alcanza un rebrote de 15 a 20 cm de altura. En esta fase nunca debería pastorearse, ya que de hacerlo se debilitaría drásticamente el alfalfar.

Por el otro lado las mezclas conformadas por festuca, trébol y lotus, con altas alturas de ingreso como en el primer pastoreo, Carámbula (2010c), menciona que en dichas frecuencias las especies erectas como las gramíneas son capaces de crecer en altura y por lo tanto sombrear a las especies más postradas como los tréboles afectando de esta manera no sólo la producción sino también la futura composición botánica. Dicho autor afirma que en casos contrarios como en el segundo pastoreo, con defoliaciones más frecuentes esta relación se invierte. Las frecuencias del segundo pastoreo estarían afectando en gran medida al lotus ya que según Zanoniani y Ducamp (2004), manejos muy frecuentes (10 a 12 cm) y muy intensos (3 cm) determinan una baja producción y longevidad de las plantas, siendo el manejo realizado en el verano, el determinante en disminuir la persistencia de las plantas.

Datos obtenidos de la tesis de Abud et al. (2011) registraron datos para la mezcla de festuca para el período estival de 23,7 cm mientras que para las otoñales de 10,2. Estas alturas se asemejan mucho a las alturas registradas en el presente estudio.

Por otro lado Capandeguy y Larriera (2013) registraron alturas disponibles de 19 cm para el caso de la mezcla con festuca temprana y 26 cm para el caso de dactylis para el promedio estivo-otoñal. Al compararlas con el estudio realizado por Capandeguy y Larriera se encuentran diferencias significativas a favor de la mezcla de dactylis por sobre la de festuca en cuanto a la altura disponible de forraje. La altura del disponible fue similar a las del período en estudio, en el caso de la festuca, pero en el caso del dactylis los datos estuvieron por debajo, explicado por una mayor proporción de alfalfa en las mezclas evaluadas en el trabajo de Capandeguy y Larriera (2013).

#### 4.2.3. Forraje remanente

Para continuar con la producción de forraje se presenta a continuación el forraje remanente medidos en kilogramos de materia seca por hectárea.

Cuadro No. 6. Forraje remanente promedio por tratamiento (kg/ha MS)

Tratamiento	Primer pastoreo (kg/ha MS)	Segundo pastoreo (kg/ha MS)	Promedio (kg/ha MS)
FBr.	2453 A	1676 A	2064 A
Ftu.	2253 A B	1285 B	1770 A B
Fta.	1992 B	1304 A B	1648 B
Da.	1466 C	1087 B	1276 C

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

Como se pudo observar en el cuadro se pueden encontrar diferencias significativas tanto para el primer y segundo pastoreo como para el pastoreo promedio. Siendo estas diferencias en el promedio de ambos pastoreo a favor de la mezcla FBr. por sobre Fta. y Da. Esto esta explicado en base a que la mezcla Da parte de un disponible menor y por su hábito de crecimiento más erecto de la alfalfa y dactylis, que les dan más exposición de biomasa a la altura del diente animal.

Anteriormente se citó lo dicho por Zanoniani et al. (2006) donde hace referencia a las disponibilidades óptimas para el ingreso al pastoreo. Recomienda frecuencias de pastoreo entre 1500 a 2000 kg/ha de materia seca disponible. Como se puede observar en la tabla anterior de remanentes hubo una sub-utilización del forraje, al punto de que los remanentes tienen una disponibilidad optima de entrada a un nuevo pastoreo.

Tanto la disponibilidad inicial de forraje, carga animal de la misma, el tiempo de ocupación de las parcelas conjunto con el desempeño animal van a determinar el forraje remanente de una parcela. Por consiguiente al usarse similares cargas, y el tiempo de pastoreo fue el mismo las variables que nos quedarían serán la disponibilidad inicial y desempeño animal. Como pudimos ver la disponibilidad inicial ya poseía diferencias significativas y las ganancias de peso vivo no tienen diferencias significativas como se verá más adelante. Por lo cual la disponibilidad de forraje será la variable que repercutirá en esta diferencia en el remanente.

Según Carámbula (2002b), en pasturas con manejos de manera aliviada muchas veces el área foliar remanente está constituida por hojas viejas y/o parcialmente descompuestas por la humedad y los microorganismos. Esto dejaría entonces, luego del pastoreo, hojas no tan eficientes fotosintéticamente y una calidad inferior de pastura para el próximo pastoreo.

Abud et al. (2011) registraron remanentes de 1600 kg para el período estival y para el período otoñal remanentes de 1993 kg/ha MS para el caso de mezcla con festuca. Como se vio anteriormente dichos remanentes están recomendados por Zanoniani como el óptimo para el ingreso a pastoreo.

Capandeguy y Larriera (2013) por el contrario registraron remanentes notoriamente inferiores que para el período estivo-otoñal los cuales promediaron, para la mezcla de festuca, 940 kg/ha MS, mientras que para la mezcla de dactylis 933 kg/ha MS.

Para poder observar mejor como se relacionen el disponible con el remanente es que se presenta el siguiente gráfico.

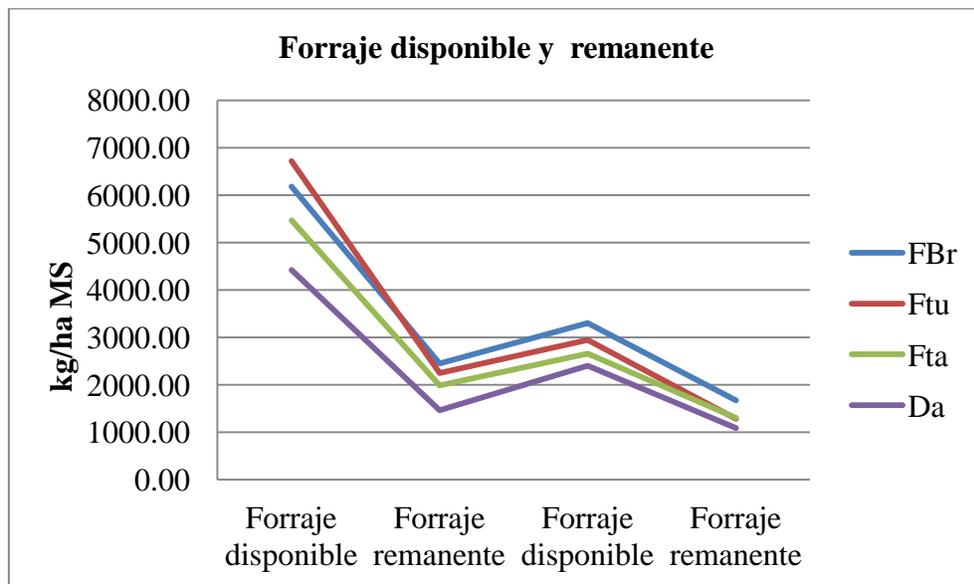


Figura No. 4. Evolución del forraje disponible y remanente

Se puede observar en el gráfico las diferencias de forraje disponible entre ambos pastoreos. Se visualiza un disponible en el primer pastoreo muy superior a lo recomendado explicado por las condiciones climáticas y por los días de crecimiento ya nombrados anteriormente. Por otro lado, un disponible en el segundo pastoreo más próximo a las recomendaciones, explicados básicamente por los grandes remanentes del primer pastoreo.

Al igual que en forraje disponible se presenta la altura del forraje remanente en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 7. Altura remanente promedio por tratamiento (cm)

Tratamiento	Primer pastoreo (CM)	Segundo pastoreo (CM)	Promedio (CM)
FBr.	9,4	5,2	7,3
Da.	9,2	5,3	7,3
FTu.	9,0	4,9	6,9
FTa.	8,4	4,1	6,3

Se puede observar en la tabla como no hay diferencias en cuanto a la altura remanente tanto del primer como del segundo pastoreo.

Las recomendaciones por parte de Zanoniani et al. (2006) para intensidades de pastoreo para especies de hábito postrado son de alturas de hasta 2,5cm y para especies de hábito erecto la recomendación va desde 5 a 7,5cm.

Si bien las alturas remanentes del segundo pastoreo están acorde a las recomendadas, las alturas del primer pastoreo fueron superiores a éstas. Esto tiene una repercusión negativa sobre todo en la mezcla de alfalfa ya que según Rebuffo (2005) repercute sobre el rebrote donde este puede darse a partir de las yemas axilares de los tallos. Este rebrote proveniente de tallos secundarios generalmente es de menor vigor y tiende a desprenderse de los tallos viejos con mayor facilidad.

Pero a su vez según Milthorpe y Davidson, citados por Carámbula (2002b) el rebrote es proporcional a la masa foliar presente, y la pérdida de hojas, representa simplemente una pérdida de área foliar fácilmente recuperable. El hecho de tener un remanente superior a las recomendadas tiene como factor negativo una baja en la utilización de forraje pero a su vez un rápido crecimiento post pastoreo a partir del área fotosintéticamente activa. Esto nos llevaría a no prescindir de ciertas reservas y a su vez preservar el desarrollo radicular de tanta importancia en el verano y aún más uno con déficit hídrico como el que hubo al final del período experimental como fue visto anteriormente en el capítulo de datos meteorológicos.

Zanoniani y Ducamp (2004) con respecto al lotus afirman que manejos muy frecuentes (10 a 12 cm) y muy intensos (3 cm) determinan una baja producción y longevidad de las plantas, siendo el manejo realizado en el verano, el determinante en disminuir la persistencia de las plantas. Como fue visto anteriormente éste fue el manejo realizado en el segundo pastoreo por lo cual podría afectar los factores nombrados.

Así mismo, Abud et al. (2011) registraron para la mezcla de festuca alturas remanentes de 7 cm aproximadamente tanto para el período estival como para el otoño. Dichos remanentes están muy próximos a los recomendados.

También, Capandeguy y Larriera (2013) obtuvieron para la mezcla de festuca remanentes iguales a Abud et al. (2011), mientras que para la mezcla de dactylis obtuvo alturas remanentes de 11cm para el período estivo-otoñal.

#### 4.2.4. Forraje desaparecido

En el siguiente cuadro se presenta el forraje desaparecido de ambos pastoreos y de su promedio.

Cuadro No. 8. Forraje desaparecido promedio por tratamiento (kg/ha MS)

Tratamiento	Primer pastoreo (kg/ha MS)	Segundo pastoreo (kg/ha MS)	Promedio (kg/ha MS)
FTu.	4468 A	1666,00	3067 A
FBr.	3727 B	1625,00	2676 A B
FTa.	3482 B C	1359,00	2420 B C
Da.	2958 C	1320,00	2139 C

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

El forraje desaparecido depende en primer lugar por el consumo animal. Según Rovira (2008) el consumo de forraje por animal, depende de una serie de variables: cantidad de forraje disponible por animal, disponibilidad forrajera, digestibilidad de la MS, peso vivo, edad, nivel de producción y medio ambiente.

De los diferentes factores nombrados anteriormente la digestibilidad, el peso vivo, edad, el medio ambiente y la producción como se verá más adelante no difieren entre un tratamiento y el otro, por lo cual no harían variar el consumo.

Por lo tanto el consumo y por ende la desaparición de forraje van a estar dados principalmente por la disponibilidad de forraje. Y esto se ve claramente en la anterior tabla ya que la desaparición de forraje es mayor en el primer pastoreo que en el segundo siguiendo la lógica de la disponibilidad de forraje.

También se ve dicho efecto dentro del primer pastoreo entre tratamientos. Ya que la mezcla FTu. tiene mayor disponibilidad forrajera que la mezcla Da. y también mayor desaparición de forraje de forma significativa.

Chapman y Lemaire, citados por Brancato et al. (2004) dicen que cuando el intervalo de defoliación es superior a la vida media foliar, una mayor proporción de material verde puede perderse por senescencia y la diferencia entre la producción primaria y la cosecha aumenta. Como se mencionó en un principio los períodos de crecimiento sin defoliación llegaron a un máximo de 61 días por lo cual la senescencia pudo haber sido un factor de importancia en la desaparición de forraje.

Otros factores que atribuyen a la desaparición de forraje son el pisoteo y las deyecciones. Beguet y Bavera (2001) afirman que las heces frecuentemente destruyen la vegetación por obstrucción y sombra. La orina puede provocar mortandad de plantas en períodos de sequía debido a la concentración de sales siendo la sequía la condición que impero el segundo pastoreo. Por otra parte el pisoteo provoca daño mecánico sobre las forrajeras. Sobre estas, los macollos y tallos son desgarrados de la corona, y los tallos y las hojas son machacados (Langer, 1981).

#### 4.2.4. Porcentaje de utilización

En lo que respecta al porcentaje de utilización la tendencia marca a lo que se esperaba teóricamente y los resultados se presentan a continuación.

Cuadro No. 9. Porcentaje de utilización por tratamiento (%)

Tratamiento	Primer pastoreo (%)	Segundo pastoreo (%)	Promedio (%)
Da.	79,0 A	56,0	67,0
FTu.	74,0 A B	56,0	65,0
FTa.	72,0 B	53,0	62,0
FBr.	68,0 B	51,0	60,0

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

Se puede observar entonces como la mezcla de alfalfa y dactylis obtuvo como era de esperarse los datos numéricos más altos en cuanto al porcentaje de utilización. En el primer pastoreo fue donde tuvo diferencias significativas frente a las mezclas FTa. y FBr. pero no así ante FTu. con la cual numéricamente se vieron diferencias pero no significativas al 10%. En el pastoreo posterior ya no hubieron diferencias significativas por sobre las otras mezclas.

La mayor utilización por parte de esta mezcla de Da. en el primer pastoreo está dada porque presentan hábitos de vida más erectos en su conjunto. Por un lado tenemos a la alfalfa con un porte erecto (García et al., 1991) y como gramínea al dactylis con un porte semi-erecto (Ayala et al., 2010). Con respecto a la otra mezcla utilizada tenemos a la festuca de hábito de crecimiento cespitoso con presencia de rizomas muy cortos, el trébol blanco con hábito postrado (Langer, 1981) y por último el lotus con crecimiento erecto (Zanoniani y Ducamp, 2004). Astigarraga y Gonzales (2012) afirman que la utilización del forraje por encima de 5 cm presentó una tendencia a ser mayor en la pastura de dactylis vs. festuca.

Sumado a esto dactylis presentó un menor forraje disponible, por ende frente a una igual carga el porcentaje de utilización será mayor.

La disponibilidad forrajera era tan alta que a pesar de que las utilidades fueron superiores a las registradas por Leborgne (1983) todavía el remanente fue excesivo como fue visto anteriormente.

Las diferencias entre primer y segundo pastoreo son por pisoteo, deyecciones, restos secos y/o mantillo para primer pastoreo dado que no todo es consumido sino que cuando las asignaciones son altas se incrementan las pérdidas.

Abud et al. (2011) registraron utilidades para la mezcla de festuca en el entorno de 55% para el período estivo-otoñal. Mientras tanto Capandeguy y Larriera (2013) registraron para el caso de la mezcla de dactylis una utilización del 61,9% para el mismo período. Ambos datos similares a los obtenidos en el promedio a los del presente período experimental. Salvo el caso de Capandeguy y Larriera donde la utilización de la festuca fue en el entorno al 35%, muy inferior a lo obtenido en el presente trabajo.

#### 4.2.5. Tasa de crecimiento

A continuación se presentan los datos obtenidos acerca de la tasa de crecimiento diaria que presentó la pastura en el período de investigación.

Cuadro No. 10. Tasa de crecimiento diaria por tratamiento (kg/ha MS).

Tratamiento	Primer pastoreo (kg/ha MS)	Segundo pastoreo (kg/ha MS)	Promedio (kg/ha MS)
FBr.	61,2	19,2	40,2
Da.	57,5	20,5	39,0
FTu.	56,4	20,9	38,6
FTa.	53,6	15,3	34,4

Cabe resaltar que para el cálculo de la tasa de crecimiento para el primer pastoreo se debe tomar también al mes de diciembre ya que fue en este mes donde se dio el último pastoreo previo al inicio del período experimental.

Vale la pena resaltar que no se obtuvieron diferencias significativas en lo que refiere a las tasas de crecimiento al momento de comparar las diferentes mezclas forrajeras.

Según datos de Leborgne (1983) pasturas conformadas por *Trifolium repens*, *Festuca arundinacea* y *Lotus corniculatus* producen en los meses de diciembre, enero y febrero (meses en los que se dieron los crecimientos del primer pastoreo), crecimientos de 10 kg MS/día. Mientras que para el mes de marzo, período en el cual se dieron los crecimientos del segundo pastoreo, se registran crecimientos de 20,6 kg MS/día.

Comparando los datos obtenidos con los registrados por Leborgne (1983) podemos ver claramente una producción del período de estudio para el primer pastoreo que las supera ampliamente. Estos crecimientos por demás superiores se podrían atribuir en gran medida a las condiciones climáticas en las cuales las precipitaciones estuvieron por encima a las del promedio histórico y que las temperaturas promedio en la primera mitad de este período estuvieron por debajo del promedio histórico.

En lo que respecta al segundo pastoreo las producciones de esta mezcla fueron en el entorno de 18,5 kg MS/día por lo cual se ubican muy próximas a las mencionadas por Leborgne (1983). Este dato no era de esperarse debido a las condiciones hídricas desfavorables que se registraron en dicho mes de marzo. Las tasas de crecimiento después decayeron a tal punto que se suspendió el pastoreo retirando el ganado y dándole fin al período experimental.

Abud et al. (2011) para el caso de festuca para el período de enero- febrero, los cuales coinciden con el período de crecimiento de nuestro primer pastoreo, encontraron una tasa de crecimiento de 67 kg/MS/ha/día. Mientras que para el mes de marzo, el cual corresponde a nuestro segundo pastoreo, Abud et al. obtuvieron crecimientos de 33 kg/MS/ha/día, los cuales estuvieron por encima de los obtenidos en dicha investigación, probablemente a causa del déficit hídrico registrado en el período del segundo pastoreo. Capandeguy y Larriera (2013) presentaron para mezcla de dactylis y alfalfa tasas de crecimientos en el entorno de 32 kg/MS/ha/día en el período de mediados de verano a fines de otoño.

#### 4.2.6. Producción de forraje

A continuación se presenta el crecimiento ajustado a forma de presentar la producción de forraje.

Cuadro No. 11. Crecimiento ajustado por pastoreo

Tratamiento	Primer pastoreo (kgMS/ha)	Segundo pastoreo (kgMS/ha)	Crecimiento total (kgMS/ha)
FBr.	3895,70	848,30	4743,70
Da.	3643,70	940,70	4584,50
FTu.	3599,70	913,00	4512,30
FTa.	3405,70	686,00	4092,00

No se encontraron diferencias significativas con respecto a las diferentes mezclas tanto para el primer pastoreo como para el segundo. Era de esperarse una mayor producción de la mezcla Da., fundamentalmente por la producción estival de la alfalfa. Esto no se dio por las condiciones ambientales anteriormente mencionadas, donde en el primer pastoreo principalmente se dieron temperaturas próximas a las óptimas para

especies C3 y un balance hídrico positivo, por lo tanto hubo un alto crecimiento de todas las especies. En el período del segundo pastoreo las condiciones climáticas estaban dadas para una diferencia en producción para especies como la alfalfa pero como el período de evaluación abarcó solo un mes, no pudo demostrar su capacidad de crecimiento en condiciones de stress hídrico.

Pero lo que se puede ver es la gran producción que se observó durante el primer pastoreo. Según Leborgne (1983) durante la segunda quincena de diciembre y la totalidad de enero y febrero; período comprendido para el cálculo de producción de forraje del primer pastoreo una pradera de festuca, trébol blanco y lotus produce en total aproximado de 700 kg/ha MS mientras que en el período experimental se produjo un total en promedio de aproximadamente 3000 kg/ha MS. Esto significa que la producción de forraje para el período experimental supera al otorgado por Leborgne por más de 4 veces. En lo que refiere al segundo pastoreo donde el crecimiento de forraje tuvo concentrado en el mes de marzo según Leborgne esta pradera produce 640 kg mientras que las mezclas del período experimental lograron producciones de 680 kg. Esto teniendo en cuenta el déficit hídrico durante este último período.

Leborgne (1983) para otorga datos de una mezcla de alfalfa, trébol y festuca que produce un total de 1250 kg/ha MS mientras que la producción del período experimental estuvo en el entorno de 3000 kg/ha MS o sea casi 2,5 veces superior a los datos del Leborgne. Para el segundo pastoreo con crecimientos durante el mes de marzo Leborgne da una producción de 550 kg mientras que en el período experimental se lograron crecimientos de 774 kg. Cabe destacar el severo déficit hídrico durante este mes y a pesar de eso la buena producción lograda.

Capandeguy y Larriera (2013) registraron para el caso de la mezcla de dactylis una producción de forraje de 3756 kg/ha MS y para la festuca una producción de 3865 kg/ha MS para el período estivo-otoñal. Dicha producción que es inferior a la obtenida en el mismo período de estudio propio incluso teniendo que cortar los registros a principios de abril a causa de un déficit hídrico severo que nos impidió seguir con los estudios.

Abud et al. (2011) para el caso de la mezcla de festuca tienen producciones de 4800 kg/ha MS para el período estival. Dicho período corresponde al primer pastoreo del presente trabajo, siendo notoriamente superados. Estos mismos autores reportaron producciones de 2900 kg/ha MS para el período otoñal. Aquí si se pueden ver los efectos del déficit hídrico para el período otoñal ya que dichas producciones triplican a las propias para el mismo período.

A continuación se presenta un cuadro para ver cuáles de los componentes de la mezcla son los que explican la producción desde el momento en que se deja de pastorear

el primer pastoreo hasta que arranca el segundo. De tal forma en que se halló la diferencia entre el remanente del primer pastoreo y el disponible del segundo pastoreo.

Cuadro No. 12. Producción relativa de gramíneas y leguminosas por tratamiento para el segundo pastoreo (Kg/ha MS)

Tratamiento	Gramíneas (kg/ha MS)	Leguminosas (kg/ha MS)
Da.	10	560
FBr.	69	683
FTa.	-35	608
FTu.	-98	716

Como podemos ver las que representan de forma significativa el crecimiento y por ende las diferencias en composición botánica de las mezclas son las leguminosas. Dicho crecimiento estaría justificado por las leguminosas de verano lotus y alfalfa respectivamente para cada mezcla.

Se puede observar como las producciones de las gramíneas están muy entorno al cero, algunas incluso con resultados negativos, lo que podría ser explicado cuando la senescencia es mayor a la tasa de crecimiento.

Langer (1981) destaca al trébol blanco como una especie sensible a la sequía por lo cual las reducciones de forraje van a estar explicadas fundamentalmente por la alfalfa y el lotus. Por un lado según Zanoniani y Ducamp (2004) el lotus es una especie con un sistema radicular vigoroso de profundidad intermedia, compuesto por una raíz pivotante y raíces laterales que le confieren resistencia a las deficiencias hídricas. Por el otro lado la alfalfa según Lamba et al., citados por Carámbula (2010b) posee un sistema radicular pivotante y profundo con capacidad para explorar un volumen importante de suelo. Smethan (1981a) agrega que el sistema radicular del lotus es menos profundo que el de alfalfa.

#### 4.2.7. Composición botánica

Se presentara a continuación los resultados obtenidos en cuanto a la composición botánica, los datos serán presentados como los promedios del primer y segundo pastoreo con el fin de encontrar algunas respuestas para ciertas interrogantes y diferencias encontradas anteriormente.

Cuadro No. 13. Composición botánica disponible promedio primer pastoreo

	Gramíneas (%)	Leguminosas (%)	Malezas (%)	R. secos (%)	Disponible (kg/ha MS)	S. descubierto (%)
Da.	34,2 A	42,5 C	14,0 A	9,2	4424 C	5,0
FBr.	27,7 A	62,7 B	3,2 B	6,2	6180 A B	0,5
FTa.	13,5 B	74,7 A B	5,7 B	6,0	5474 B	1,5
FTu.	7,2 B	80,5 A	5,2 B	7,0	6721 A	2,5

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

Como se puede observar, se encontraron diferencias significativas para los componentes de gramínea, leguminosas y malezas. Otra cosa que llama la atención a simple vista es la supremacía de la composición leguminosa en la mezcla. Según García (1995b) se van dando ciertos cambios en la estructura de la pastura a medida que transcurre la vida de la misma. El autor afirma que se da un cambio del balance entre gramíneas/leguminosas, siendo el porcentaje de gramíneas en praderas nuevas de 37%, mientras que para las más viejas fue de 61%. A esto le agrega que las pasturas más viejas presentaron mayor densidad en el estrato inferior, así como mayores % MS, y menor digestibilidad.

Al estar nuestra pradera en su primer año de vida la composición botánica de las gramíneas deberían rondar los 37% según García (1995b). Esto solo se puede observar en el caso del dactylis que se encuentra en 34%. Festuca Brava es la que le sigue con aproximadamente 28 puntos porcentuales y luego se registró un mínimo de 7% para el caso de festuca Tuscan. Esto claramente representa una desventaja desde todo punto de vista para nuestras pasturas y aún más sabiendo de que estas pasaron su primer verano con un déficit hídrico que atenta aún más contra un buen balance de la pastura. Carámbula (2002a) indica que una mezcla mixta bien balanceada de gramíneas y leguminosas, debería estar compuesta por 60-70% de gramíneas, 20-30% de leguminosas y 10% de malezas.

Se debe considerar que según Carámbula (2010b), las gramíneas son como la columna vertebral de la pastura aportándole productividad sostenida por muchos años, explotación total del nitrógeno simbiótico, estabilidad en la pastura, baja sensibilidad al pastoreo y corte, baja susceptibilidad a enfermedades y plagas y baja vulnerabilidad a la invasión de malezas. Por lo cual la falta de estas nos podría atentar contra dichos beneficios, dado que ninguna de las mezclas alcanza estos valores.

Por otro lado este mayor tenor de leguminosas le darán a la pastura nitrógeno para el beneficio de las gramíneas, aumentaran el valor nutritivo para complementar la dieta animal pero significativos aumentos de las leguminosas en deterioro de las gramíneas pueden dar serios problemas de meteorismo, como lo expresa Carámbula (2004).

Este desbalance en la mezcla forrajera nos provoca un cambio en lo que respecta a la curva de oferta forrajera estacional. Según Escuder (1996) esto es así pero la producción total anual tendrá menor variación. Por lo cual no es lo que explica el rendimiento tan superior del período experimental frente a los rendimientos otorgados por Leborgne (1983), vistos anteriormente.

Como se puede observar en la tabla al momento de medición en los primeros pastoreos los porcentajes de restos secos son en su mayoría de *Lolium multiflorum*, especie que aparece de forma espontánea en las mezclas. Según Muslera y Ratera (1984) la festuca es una especie que posee un muy lento establecimiento y esa es afectada por la competencia con otras especies. Por lo tanto la competencia con una especie gramínea como el *Lolium multiflorum*, de una mayor precocidad puede haber sido uno de los factores que deprimieron el desarrollo inicial de la festuca.

En lo que respecta al suelo descubierto no se observaron diferencias significativas pero se ve como numéricamente la mezcla con datos mayores es la de alfalfa y esto coincidiría con la pradera con menores disponibilidades de forraje por lo que se lo puede adjudicar a una situación de mala implantación sobre todo para la componente leguminosa, o sea alfalfa.

Se puede observar como la mezcla de dactylis y alfalfa es la que posee mayor enmalezamiento y presenta diferencias significativas sobre las demás. Esto estaría en contra a lo que se esperaría ya que la alfalfa es una especie estival con un crecimiento concentrado en este período y el dactylis es una especie que presenta mayores producciones de forraje que festuca en primavera-verano.<sup>1</sup> A esto, Carámbula (1977), considera que el dactylis es una especie que presenta inicialmente un crecimiento vigoroso mayor que festuca y falaris promoviendo un rápido crecimiento en el número de macollas, lo que favorece la implantación de la especie y por ende una mayor producción que festuca y falaris en el primer año.

Para agregar a lo anteriormente dicho Muslera y Ratera (1984) dicen que la festuca tiene un establecimiento muy lento y es vulnerable a la competencia con otras especies. Esto entonces generaría una mayor capacidad competitiva frente a otras especies colonizando más nichos y estableciéndose mejor en su primer año de vida.

Como era de esperarse dentro del componente gramíneo, el dactylis ocupa diferencias significativas junto a festuca brava sobre las demás. El hecho de que el dactylis esté en primer puesto era probable, ya que en el primer pastoreo la humedad no fue limitante y como fue dicho anteriormente esta especie presenta un crecimiento inicial más vigoroso que la festuca y por lo tanto una mayor implantación y producción de macollos.

Sumado a lo anterior se puede atribuir la composición botánica de la mezcla, al estar el dactylis asociado con la alfalfa de crecimiento marcado primavero-estival, el dactylis presentó condiciones de menores competencias en su implantación. Por otro lado en las mezclas restantes la gramínea presenta mayor competencia ya que esta posee trébol blanco que según Carámbula (2002a) esta especie compite de buena manera con las gramíneas perennes.

Por el lado de las leguminosas en cambio se ve como la composición esta siempre a favor de el trébol blanco y el *Lotus corniculatus*. Mientras tanto la disponibilidad de la alfalfa se encontró numéricamente en el último lugar.

Para observar lo que se vio en cuanto a la composición botánica en el segundo pastoreo se presenta a continuación tanto las proporciones de cada componente de la mezcla como su disponibilidad en kg de MS.

Cuadro No. 14. Composición botánica disponible del segundo pastoreo

	Gramíneas (%)	Leguminosas (%)	Malezas (%)	R. secos (%)	Disponible (kg/ha MS)	S. descubierto (%)
Da.	25,2	38,5	13,7 A	22,5	2407 C	12,0
FBr.	24,0	55,2	3,2 B	17,5	3301 <sup>a</sup>	8,0
FTa.	15,5	58,0	4,7 B	21,7	2663 B	8,0
FTu.	4,5	68,7	3,5 B	23,2	2951A B	8,5

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

En el segundo pastoreo se pueden observar como el componente gramínea y leguminosas bajan en cuanto a su proporción y en consecuencia se da un aumento en la proporción de restos secos. Una explicación para este aumento tan significativo en cuanto a los restos secos es que las gramíneas son especies en las cuales la defoliación provoca el retiro de las hojas más jóvenes y quedan en la planta las hojas más viejas por lo cual con intensidades mayores a las recomendadas los porcentajes de hojas viejas en el remanente son mayores, más aún cuando los disponibles iniciales son altos. Según Parsons, citado por Colabelli et al. (1998) el pastoreo liviano maximiza la producción primaria, pero a costa de que un porcentaje elevado de biomasa senesca y muera en lugar de ser consumido por los animales. Esto en conjunto con las altas temperaturas que aceleran la velocidad de senescencia foliar produce que se aumente el porcentaje de restos secos.

Otro factor que aumenta su proporción y de forma destacable es el suelo descubierto y esto es atribuido principalmente a la muerte de plantas debido a la deficiencia hídrica severa que se produjo en este segundo pastoreo.

Las malezas por su lado mantienen su proporción en la mezcla y esto se atribuye principalmente a su gran desarrollo radicular y a su capacidad de sobrevivir a condiciones climáticas no favorable. Características que son vistas en especies encontradas tales como *Digitaria sanguinalis*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa colona* y *Eragrostis lugens*, especies C4.

Para continuar con el análisis se seguirá con la composición botánica pero en este caso con el remanente. Nuevamente se procederá a analizar en primera instancia el primer pastoreo para luego presentar lo ocurrido en el segundo pastoreo.

En primera instancia entonces veremos los resultados del remanente para el primer pastoreo y que se presenta a continuación.

Cuadro No. 15. Composición botánica del remanente del primer pastoreo

	Gramíneas (%)	Leguminosas (%)	Malezas (%)	R. secos (%)	Disponible (kg/ha MS)	S. descubierto (%)
Da.	40,7 A	25,0 B	12,2 A	22,0	1466,0	15,0
FBr.	29,5 A B	46,5 A	2,5 B	21,5	2453,0	10,5
FTa.	22,5 B C	47,0 A	5,7 B	24,7	1992,0	3,7
FTu.	10,2 C	58,2 A	5,5 B	26,2	2253,0	11,2

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

En lo que respecta al remanente del primer pastoreo se volvieron a encontrar diferencias significativas en los mismos componentes que se habían analizado en la composición de disponible.

Se puede observar como el componente gramínea crece en todas las mezclas e incluso en el caso de la mezcla Da. el componente gramínea llega a superar el componente leguminosa. Según Carámbula (2004) la selectividad animal influye sobre la composición botánica, ya que este comportamiento puede conducir a la desaparición de las especies más apetecibles de la pastura. Tal es el caso de las leguminosas, ya que los animales concentran su actividad sobre las mismas respecto a las gramíneas.

A esto Cubillos y Mott (1969) agregan que cuando se utiliza un pastoreo rotativo, durante el primer tiempo el forraje es altamente seleccionado, pero esta selectividad disminuye a medida que el tiempo transcurre y los animales permanecen en la misma pradera. Al final del período ellos se ven forzados a consumir el forraje más maduro y menos digestible. Como podemos observar los remanentes oscilan por los 2000 kg/ha MS, disponibilidad que incluso es apta para entrar a pastorear. Por lo cual el consumo de esos materiales más duros y menos digestibles (vainas, tallos y restos secos) no se dio de igual manera que los tiernos (láminas).

Se puede observar como el porcentaje del suelo descubierto aumenta en consecuencia de retirar ese manto aéreo tan tupido que llegaba a superar los 6000 kg/ha MS.

Para culminar la composición botánica se presentara a continuación la composición del remanente del segundo pastoreo.

Cuadro No. 16. Composición botánica remanente del segundo pastoreo

	Gramíneas (%)	Leguminosas (%)	Malezas (%)	R. secos (%)	Remanente (kg/ha MS)	S. descubierto (%)
Da.	26	24,0 C	11,0 A	39,0	1087,0	24,0
FBr.	23	38,0 B C	2,6 B	36,3	1676,0	36,0
FTa.	16	48,6 A B	4,3 B	31,3	1304,0	14,0
FTu.	7,3	60,3 A	5,6 B	27,0	1285,0	43,0

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

Se puede observar como en las gramíneas ya no hay diferencias significativas en cuanto a los remanentes del segundo pastoreo. Los restos secos aumentan su valor a tal punto que llegan a representar la tercera parte de los componentes de la mezcla.

Cabe destacar que a pesar de que los remanentes parecerían relativamente altos, estos estaban compuestos en su gran mayoría por tallos defoliados y en gran medida representados por tallos de lotus y pedúnculos de trébol y por restos secos. Esto más el déficit hídrico llevaron a la decisión de retirar los animales para no sacrificar el rendimiento animal.

Por otro lado se puede observar el gran porcentaje que ocupa el suelo descubierto que llega a un máximo de 43% dentro de la mezcla FTu., esto es atribuido al consumo severo y al déficit hídrico que repercute sobre la muerte de plantas.

Capandeguy y Larriera (2013) registraron para el caso de la mezcla de festuca la siguiente composición botánica: 22% de gramínea, 45% de leguminosa, 27% de malezas y 7% de restos secos. Para el caso de la mezcla de dactylis este registro las siguientes composiciones: 24% gramínea, 56% leguminosa, 18 % malezas y 4% de restos secos.

#### 4.2.8. Selectividad relativa

Para poder discutir y observar lo anteriormente dicho es que se presenta la selectividad relativa promedio de ambos pastoreos. Para su cálculo se le resta a la disponibilidad promedio de ambos pastoreos de cada componente el remanente del mismo y a esta resta se la dividió por la disponibilidad inicial. De esta forma obtuvimos

la selectividad promedio para el componente leguminoso y para el componente gramíneo.

Cuadro No. 17. Selectividad relativa del componente leguminoso y gramíneo (%)

	Gramíneas (%)	Leguminosas (%)
Da.	59	78
FBr.	56	69
FTa.	43	72
FTu.	48	72

Se puede decir entonces por medio de la tabla presentada que hubo selectividad y esta fue permanentemente mayor sobre el componente leguminoso. Esto repercute como vimos en el punto anterior sobre dicho componente ya que momento de hacer las mediciones para el segundo pastoreo el componente gramíneo creció dentro de la pradera.

Como se dijo anteriormente Cubillos y Mott (1969) dicen que en pastoreos rotativos, durante el primer tiempo el forraje es altamente seleccionado prefiriendo leguminosas sobre gramíneas, pero esta selectividad disminuye a medida que el tiempo transcurre y los animales permanecen en la misma pradera. Por lo cual sabiendo los remanentes del primer pastoreo podemos deducir que el tiempo no fue suficiente para el consumo de esas especies de menor digestibilidad.

Este comportamiento puede conducir a la merma de las especies más apetecibles de la pastura. Tal es el caso para las leguminosas, ya que los animales concentran su actividad sobre las mismas respecto a las gramíneas, por lo cual se deben realizar manejos que enternezcan estas últimas de modo de aumentar su apetecibilidad, reduciendo en cierta forma dicha selectividad (Carámbula, 2004).

#### 4.2.9. Relación parte aérea-raíz

A continuación se presentan los resultados obtenidos en lo que refiere al componente leguminoso y gramíneo de los tratamientos. Otorgando así la biomasa aérea de estas y la biomasa radicular en gramos por metro cuadrado y la relación parte aérea-raíz.

Cuadro No. 18. Relación parte aérea-parte radicular de las leguminosas

Tratamiento	P.A. leguminosas (kg/ha MS)	P.R. leguminosas (kg/ha MS)	Relación P.A./P.R. leguminosas
FTu.	2092	1162	1,79
FTa.	1930	1538	1,5
FBr.	1859	1472	1,42
Da.	1550	1038	1,57

Cuadro No. 19. Relación parte aérea-parte radicular de las gramíneas

Tratamiento	P.A. gramíneas (kg/ha MS)	P.R. gramíneas (kg/ha MS)	Relación P.A./P.R. gramíneas
Tu.	1196	1114	1,09
Ta.	3387	3210	0,69
Br.	1674	2350	0,68
Da.	2720	2409	0,99

Como se puede apreciar no se encontraron diferencias significativas en lo que respecta a los promedios tanto aéreos como radiculares para ambos componentes de gramíneas y leguminosas. Esto conlleva a no tener diferencias tampoco en la relación parte aérea-raíz.

En lo que respecta a las gramíneas estas no presentaron diferencias significativas entre festuca y tampoco con respecto al dactylis. Mientras tanto en el componente leguminoso tampoco se aprecian diferencias. Los promedios de leguminosas asociadas con las festucas (lotus y trébol blanco) no presentaron diferencias significativas con las encontradas en asociación con el dactylis (alfalfa y trébol blanco).

La principal diferencia entre el componente gramíneo y leguminoso es la parte radicular de éstas siendo mayor en el componente gramíneo. En promedio el componente gramíneo represento 227 gr/m<sup>2</sup> mientras que las leguminosas presentaron en promedio 130 gr/m<sup>2</sup>. Esto lleva a que frente a una similar parte aérea entre ambos componentes, el componente gramíneo tenga una relación P.A./P.R. menor.

Con el propósito de comparar los datos obtenidos es que se toman los resultados obtenidos por Formoso (2011) donde éste evalúa los pesos, tanto aéreos como radiculares, a partir de diferentes frecuencias de corte primaverales en distintas especies en su segundo año de vida a fines de enero.

Cuadro No. 20. Relación parte aérea-parte radicular para las diferentes especies según frecuencia de corte primaveral

Especie y cultivar		1 corte	2 cortes	3 cortes	4 cortes
Festuca tacuabé	P.A. (kg/ha MS)	3470 A	3406 A	2410 B	2090 C
	P.R. (kg/ha MS)	5140 A	4163 A	2724 B	2415 B
	Rel. P.A./P.R.	0,7	0,8	0,9	0,9
Trébol blanco zapicán	P.A. (kg/ha MS)	2314 B	2678 A	2755 A	1916 C
	PR (kg/ha MS)	1487 A	1294 AB	1012 BC	803 C
	Rel. P.A./P.R.	1,6	2,1	2,7	2,4
<i>L. corniculatus</i> INIA draco	P.A. (kg/ha MS)	4434 A	3950 B	2706 C	2459 C
	P.R. (kg/ha MS)	2756 A	2122 AB	1626 BC	1047 C
	Rel. P.A./P.R.	1,6	1,9	1,7	2,3

Fuente: elaborado en base a datos de Formoso (2011).

A pesar de que el período de estudio sea diferente al de este período experimental sirven para tener una referencia de comparación principalmente de la relación P.A./P.R. Las gramíneas se encuentran en un promedio de 0,86 en cuanto a la relación P.A./P.R., datos muy próximos a los encontrados por Formoso (2011). En el caso de las leguminosas se pudieron encontrar relaciones de 1,57 en el promedio de los 4 tratamientos y estos no difieren mucho de las relaciones encontradas por Formoso.

#### 4.2.10. Sistema radicular

Se presentaran a continuación los largos de las raíces registrados en el experimento. Cabe destacar que las tomas fueron realizadas a partir de terrones de 20x20 de lado y 20 cm de profundidad.

Cuadro No. 21. Profundidad radicular para gramíneas y leguminosas

Tratamiento	Gramíneas (cm)	Leguminosas (cm)
Da.	16,09	11,66
FBr.	14,88	12,92
FTa.	14,45	11,23
FTu.	11,93	10,08

Se puede observar a primera vista que no se encontraron diferencias significativas en lo que respecta a las profundidades radiculares tanto para gramíneas

como para leguminosas. Vale la pena aclarar que las leguminosas son el promedio de las especies predominantes encontradas, por un lado al lotus y trébol blanco en el caso de la mezcla de festuca y por otro a la alfalfa y trébol blanco en la mezcla de dactylis.

Según Smethan (1981a), el lotus posee un sistema radicular menos profundo que el de alfalfa pero más profundo que el de trébol rojo. Y esto a simple vista no se ve en los resultados obtenidos ya que aquí se presenta el conjunto de leguminosas. Sin embargo se recurrió a la información de campo se tomaron los datos por separados para poder analizarlos por separado el lotus, trébol blanco y alfalfa. Estos datos arrojaron que la alfalfa presento una profundidad promedio de 14,59 centímetros, el lotus 13,36 y el trébol 10,39 centímetros. Se puede ver una tendencia en lo dicho por Smethan (1981a) pero ésta parecería no ser significativa y eso es debido a que la pastura estaría culminando su primer año de vida.

Presno y Souza (2013) reportan largos de raíces de 15,4 centímetros para el caso de dactylis y para cargas similares a las nuestras 14,6 centímetros para la festuca. Dichos datos están muy próximos a los obtenidos en el presente trabajo experimental. Para el caso de las leguminosas los mismos autores registraron promedios de 8,9 centímetros para el conjunto de lotus y trébol blanco y para el caso de alfalfa 22,5 centímetros. Comparándolos con los datos obtenidos en esta investigación los promedios de lotus y trébol blanco parecerían estar próximos a los obtenidos y el promedio para el caso de la alfalfa son inferiores en el presente período experimental en primer instancia porque se incorporó al trébol en el promedio y también difiere el método de extracción de los panes de pasto.

#### 4.2.11. Densidad de plantas y macollos de gramíneas y sus pesos

A continuación se presentan los datos número de plantas/m<sup>2</sup>, número de macollos/planta, número de macollos/hectárea y peso promedio de los macollos.

Cuadro No. 22. Número de plantas/m<sup>2</sup>, número de macollos/planta, numero de macollos/m<sup>2</sup> y peso de los mismos

Tratamiento	No. Pl. gramíneas/m <sup>2</sup>	No. macollos/pl.	No. macollos/m <sup>2</sup>	Peso/macollo (gr)
FBr.	119	8,5	1190	0,15
Da.	106	S.d.	s.d.	s.d.
FTa.	100	9,9	1350	0,25
FTu.	65	7,5	560	0,23

Como podemos observar ninguno de las variables presentadas en la tabla presenta diferencias significativas. Por lo cual se podría decir que las diferentes festuca presentan igual comportamiento en cuanto a la persistencia de las mismas.

Sin embargo a pesar de no haber diferencias significativas se cree que sí representa diferencias agronómicas de relevancia ya que condicionan en gran parte la persistencia productiva de la pastura. Principalmente al momento de ver el número de macollos por metro cuadrado donde la mezcla FTu. es 50% menor de las otras mezclas de festuca. Igualmente ya habíamos visto que FTu. presentaba problemas en cuanto al aporte en la composición botánica y era probablemente debido a problemas de implantación.

Presno y Souza (2013) presentaron, para experimentos de enero, datos de número de plantas por metro cuadrado en el entorno de las 234 y 261 para dactylis y festuca respectivamente con cargas similares a las utilizadas en este experimento. Para el caso del número de macollos por planta los mismos autores presentan datos de 13 macollos por planta, datos que superan los recopilados en el presente período de investigación, lo que puede ser debido a la distinta edad de las pasturas evaluadas, dado que en su trabajo se trataba pasturas en el invierno del tercer año. El mismo autor revela datos de pesos de macollos entorno a los 0,1 gramos siendo estos numéricamente inferiores a los de este trabajo experimental.

Se puede ver entonces como en el presente experimento los macollos por metro cuadrado representan menos de la mitad de las registradas por Presno y Souza (2013) en el mismo período del año. En este sentido podría ser reflejo del déficit hídrico nombrado a lo largo de este experimento, causando una gran mortandad de macollos en la pradera.

#### 4.3. PRODUCCIÓN ANIMAL

A continuación se presentaran los resultados obtenidos en lo que refiere a la producción animal. Las variables a ser estudiadas son los pesos vivos, ganancias de peso diarias y producción de peso vivo por hectárea. Se compararan los diferentes tratamientos para dichas variables.

##### 4.3.1. Peso y ganancia de peso

En el siguiente cuadro se presentan los pesos de inicio, final y promedio para el período bajo estudio.

Cuadro No. 23. Peso promedio de los novillos al inicio, final y promedio del período

Tratamiento	P.V. promedio inicial (Kg)	P.V. promedio final (Kg)	P.V. promedio (Kg)
Tu.	459	546 A	502 A
Br.	449	534 A B	492 A B
Ta.	422	498 B C	492 B C
Da.	411	491 C	451 C

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

Se puede observar que no se encontraron diferencias significativas en lo que respecta al peso vivo inicial de los novillos pero si en los pesos finales y promedios. Con el objetivo de eliminar las mínimas diferencias previas entre animales y tratamientos, el peso inicial de los novillos fue utilizado como covariable a la hora de ingresar los datos en el análisis estadístico.

En el siguiente cuadro se presentan las ganancias de peso vivo diarias para el primer y segundo pastoreo y para el promedio del período experimental.

Cuadro No. 24. Ganancias de peso vivo promedio por tratamiento

Tratamiento	Primer pastoreo (Kg/an./día)	Segundo pastoreo (Kg/an./día)	Promedio (Kg/an./día)
FTu.	1,01	0,99	1,00
FBr.	0,94	0,99	0,96
Da.	1,05	0,47	0,82
FTa.	0,89	0,67	0,80
Promedio	0,97	0,78	0,90

Por medio del análisis estadístico se puede concluir que los diferentes tratamientos no tienen diferencias significativas en lo que refiere a la ganancia diaria de peso vivo entre tratamientos. Lo que significaría que las diferentes mezclas producirían de igual manera, independientemente de la composición de cada una. A pesar de que no se obtuvieron diferencias significativas se pueden observar como la mezcla de dactylis y alfalfa tuvieron en el segundo pastoreo una ganancia que representa el 50% de la producción de FTu. y FBr. por lo que podríamos decir que agrónomicamente si serían de relativa importancia.

En el primer pastoreo se obtuvieron ganancias en el entorno a 0,97 kg/an/día. Como se verá a continuación dichas producciones están acorde a las conseguidas previamente por Abud et al. (2011), Capandeguy y Larriera (2013). Mientras que en el segundo pastoreo se obtuvieron producciones en torno a 0,78 kg/an/día. Cabe destacar

que en dicho período se registraron deficiencias hídricas que afectaron la producción de la pastura y que ésta a medida que avanza el verano va perdiendo digestibilidad por el estado de desarrollo de las especies.

Trabajos presentados por Beretta y Simeone (2010) otorgan datos de un experimento acerca del manejo del estrés térmico de animales en pastoreo. Animales de razas carniceras en pastoreo con restricción a pastoreo y manejo de sombra presentaron una producción de 0,93 kg/an/día representando 200 gramos más que animales sin manejo de sombra.

En lo que respecta al sistema pastoreo que comprende el sitio experimental se encontraron ciertas limitantes tal como la carencia de sombra para los animales y aún más en el caso de un verano con temperaturas máximas mayores a las promedio como fue comentado anteriormente.

Registros obtenidos a partir de la tesis de Capandeguy y Larriera (2013) arrojan resultados de ganancias diarias para la mezcla de Da. de 0,90 kg/an/día y para el caso de la mezcla con festuca, arrojaron datos de 0,46 kg/an/día con una asignación de forraje del 2 kg MS/100kgPV. Pastura dominada por alfalfa y la de festuca con baja proporción de *Lotus corniculatus*, con acceso a agua y parcial de sombra.

Por otro lado Abud et al. (2011) para las mezclas de festuca arrojan ganancias promedio en el período estival de 1,29 kg/an/día y en otoño de 1,07 kg/an/día con una asignación de forraje de 10,5 kg MS/100kgPV. Se puede ver diferencias tanto en las ganancias de peso como en la asignación de forraje como se verá más adelante. Dichas pasturas presentaban predominio de *Lotus corniculatus*.

#### 4.3.2. Producción de peso vivo

A continuación se presenta la ganancia en peso vivo promedio para cada animal en el primer, segundo pastoreo y la ganancia total, así como también la producción total durante el período por ha.

Cuadro No. 25. Ganancia de peso vivo por pastoreo y total por animal, y producción de peso vivo por hectárea total.

Tratamiento	Ganancia primer pastoreo (kg)	Ganancia segundo pastoreo (kg)	Ganancia total/animal (kg)	Producción total (kg/ha de P.V.)
Tu.	56,4	35,4	91,8	278
Br.	52,8	35,6	88,4	268
Da.	58,6	16,8	75,4	228
Ta.	49,5	24,0	73,4	223
Promedio	54,3	27,9	82,3	249

Se puede observar que las ganancias de peso dentro de cada pastoreo no tienen diferencias significativas, pero sí se encuentran ciertas diferencias numéricas en lo que respecta al primer y segundo pastoreo. Las ganancias promedio del primer pastoreo son de 54,3 kg mientras que las del segundo de 27,9 kg. La mayor producción en el primer pastoreo es debida a una mayor ganancia diaria en el entorno a los 200 gr/día. Pero principalmente, la razón por la cual la diferencia es tan marcada se debe a que el primer pastoreo otorgó 20 días más de pastoreo que el segundo.

Abud et al. (2011) reportaron para mezcla con festuca 187,5 kg/ha PV de producción, siendo valores inferiores a los obtenidos en nuestro experimento. Cabe aclarar que los animales evaluados fueron novillos de 386 kg PV promedio.

En tanto Bianchi et al. (2012) también para el período estivo-otoñal y con novillos de 334 kg PV promedio, obtuvieron valores de 275 kg/ha PV para el tratamiento de alfalfa y dactylis, y 178 kg/ha PV para los tratamientos de festuca, trébol blanco y lotus. Éstas producciones no son muy alejadas de las obtenidas en el presente estudio, sabiendo que las deficiencias hídricas de marzo hicieron culminar el pastoreo dos meses antes de lo planificado.

#### 4.3.3. Asignación de forraje

Se presentara a continuación la asignación forrajera encontrada para el primer pastoreo junto con el peso promedio de los animales por tratamiento y la producción por hectárea.

Cuadro No. 26. Asignación de forraje por tratamiento del primer pastoreo

Trat.	Forraje disponible (kg/ha MS)	Forraje disponible (kg MS)	Forraje disponible diario (Kg MS/día)	Peso vivo	AF (Kg MS/100Kg PV)	Producción/ha (kg/ha)
FTu.	6721 A	8872 A	123 A	1948	6,35 A	170,8
FBr.	6180 AB	8157 AB	113 A B	1901	5,95 A B	160,0
FTa.	5474 B	7226 B	100 B	1786	5,60 B	149,9
Da.	4424 C	5839 C	81 C	1761	4,60 C	177,6

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

Se puede observar en la tabla las diferencias en cuanto a la asignación forrajera entre tratamientos para el primer pastoreo. Esto era de esperarse ya que se encontraron diferencias significativas en lo que respecta al forraje disponible pero no en el caso del peso vivo animal promedio del primer pastoreo.

Al tener diferencias en cuanto a la asignación de forraje para el primer pastoreo era de esperarse diferencias en lo que respecta a la producción animal. Dement y Van Soest, citados por Valentine (1990), atribuyen al consumo de nutrientes, la base de la desempeño animal. Estos afirman que la variación en el consumo voluntario ha sido determinada como el factor de mayor influencia en el nivel y la eficiencia de la producción de los rumiantes.

A esto Waldo (1986) encontró que la productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos.

De esta forma pasaremos a citar los factores que determinan el consumo animal. En términos generales, Rovira (2008) afirma que el consumo de forraje por animal, depende de una serie de variables: cantidad de forraje disponible por animal (se expresa como kg de MS/animal/día), disponibilidad forrajera (kg de MS/ha), digestibilidad de la MS, peso vivo, edad, nivel de producción (ganancia de peso) y medio ambiente (clima, longitud del día, entre otros).

Según Leborgne (1983) la digestibilidad porcentual de la MS de una pradera convencional en su primer verano de vida es del 64%. Mientras que para la alfalfa es del 65% y esto sin tener en cuenta la mezcla con dactylis, por lo cual es esperable que dicha digestibilidad de la mezcla baje y se asemeje más a la de la pradera convencional y de esta manera no haya diferencias entre una mezcla y otra. Sin embargo mayor selección sobre la alfalfa genero una mayor calidad de la dieta consumida provocando ganancias similares a pesar de una asignación de forraje menor. Esta mayor selección

por la alfalfa se ve claramente en el deterioro que presenta esta en el remanente de la composición botánica luego del primer pastoreo.

De estos factores que determinan el nivel de consumo; la edad, la digestibilidad de la MS, el medio ambiente, el peso vivo y el nivel de producción son iguales entre los tratamientos. Por lo cual el consumo y por ende el factor de mayor impacto sobre la producción estará ligado a la cantidad de forraje disponible por animal y a la disponibilidad forrajera en lo que respecta al presente trabajo de investigación.

El manejo de pastoreo por ende tiene un gran impacto sobre la producción animal. Mott, citado por Cardozo (1984) sostiene que cuando en un sistema se mantienen cargas bajas generalmente resulta en niveles de producción por animal alta, esto se debe a la posibilidad de pastoreos selectivos que tienen los animales. Como consecuencia de la baja presión de pastoreo, en el mediano plazo, el forraje presente envejece disminuyendo la digestibilidad, lo que conlleva a una disminución de la materia orgánica digestible consumida por los animales. La producción por animal es alta, pero aumentos sucesivos de la carga a partir de determinado momento provoca, disminución en la ganancia individual. Esto se explica porque la disponibilidad de forraje comienza a limitar el consumo por animal e incrementa la actividad de pastoreo por unidad de forraje consumido. La producción por hectárea aumenta dentro de ciertos rangos ya que la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de disminución en la producción por animal.

Según Cubillos y Mott (1969) esto significa que hay una correlación negativa entre la carga animal y la ganancia por individuo y se debe a que al disminuir la carga aumentan las posibilidades de selección de un forraje de mayor valor nutritivo.

Para Beretta et al. (2008), esta menor producción por animal resulta en una limitante en determinadas circunstancias, cuando es necesario priorizar la ganancia individual, como es el caso de animales en terminación.

Por lo anteriormente mencionado y sabiendo que se encontraron diferencias significativas tanto en la cantidad de forraje por animal como en la disponibilidad forrajera es de esperarse mayor consumo y por lo tanto mayor producción de carne en el tratamiento FTu. por sobre Da. y FTa. Lo anteriormente mencionado no ocurrió, habiendo diferencias significativas en cuanto a la asignación de forraje se observaron iguales producciones de peso vivo por hectárea, no habiendo diferencias en cuanto a la producción animal.

A continuación se presenta la asignación de forraje y la carga animal para el segundo pastoreo.

Cuadro No. 27. Asignación de forraje por tratamiento para el segundo pastoreo

Trat.	Forraje disponible (Kg MS/ha)	Forraje disponible (kg MS)	Forraje disponible diario (Kg MS/día)	Peso promedio	AF (Kg MS/100Kg PV)	Producción/ha (kg/ha)
FBr.	3301 A	4357 A	121 A	2209	5,48	108
FTu.	2951 AB	3896 AB	108 AB	2254	4,80	107
FTa.	2663 BC	3516 BC	97 BC	1997	4,90	73
Da.	2407 C	3177 C	88 C	2038	4,33	51

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

A diferencia de lo que se encontró en la tabla del primer pastoreo aquí podemos observar que a pesar de que hubieron diferencias significativas en lo que refiere a la disponibilidad forrajera, la cantidad de forraje disponible por animal no tiene diferencias significativas debido a que existen diferencias significativas con respecto a los pesos vivos promedio. Lo que se logra en base a lo dicho es llegar a un mismo resultado de asignación de forraje para los diferentes tratamientos ya que los tratamientos de mayor disponibilidad forrajera fueron los que presentaron mayores pesos vivos animales.

A pesar de que hubo diferencias significativas en cuanto al forraje disponible, no hubo diferencias significativas en la producción diaria animal en el segundo pastoreo como fue visto previamente en el primero. Esto es debido a que a causa de la alta selección del primer pastoreo sobre la alfalfa, esta no presentó un buen rebrote y por ende una menor calidad relativa en la mezcla debido a una baja en la composición de esta. Sumado a esto se encontró una gran acumulación de restos secos por parte del *dactylis* lo que ayuda aún más al deterioro de dicha calidad. Por ende la producción animal parecería estar más correspondida con la asignación forrajera, ósea cantidad de alimento por animal.

A pesar de lo dicho en el párrafo anterior, sí hubieron, en el segundo pastoreo, diferencias agronómicas en cuanto a la producción de PV/ha. Por lo cual se podría decir que hay una tendencia a una mayor producción animal en los tratamientos de mayor disponibilidad forrajera a pesar de la igualdad en la asignación de forraje.

#### 4.3.4. Eficiencia de utilización

A continuación se presenta la producción animal total por hectárea para cada tratamiento, y la eficiencia de utilización de forraje a partir del forraje desaparecido para el primer pastoreo.

Cuadro No. 28. Eficiencia de utilización del desaparecido por tratamiento para el primer pastoreo

Trat.	Crec. ajustado (kg/ha MS)	Forraje desaparecido (kg/ha MS)	Ganancia PV/parcela (KG)	Producción (kg/ha)	E.U.D. (kg MS/kg PV)
Da.	3643,7	2958 C	234,4	178	16,66 B
FTa.	3405,7	3482 B C	197,92	150	23,22 A
FBr.	3895,7	3727 B	211,2	160	23,29 A
FTu.	3599,7	4468 A	225,52	171	26,15 A

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

Se puede observar como el forraje desaparecido es en ocasiones mayor incluso al crecimiento ajustado de la pastura demostrando de esta manera que parte de la producción animal está dada en parte a crecimientos de forraje previos al período de investigación.

Podemos observar como la mezcla Da. fue superior significativamente en cuanto a la eficiencia de utilización, necesitando menor cantidad de forraje para la producción cárnica debido a la calidad de la alfalfa. También podemos encontrar valores sumamente elevados en general en lo que respecta a las eficiencias del resto de las mezclas si las comparamos con los resultados obtenidos en otros trabajos.

La productividad de un sistema pastoril según Hodgson (1990), es el resultado integrado de la producción de forraje, su utilización por parte de los animales y la eficiencia con que este forraje consumido es transformado en producto animal. La utilización y la producción de forraje fueron analizadas previamente e incluso superaron las esperadas para el período, pero la eficiencia estuvo por debajo de lo esperado por lo cual es un aspecto a mejorar.

Según Leborgne (1983) los requerimientos necesarios en kg de materia seca por día para novillos holando en pastoreo requieren para una ganancia diaria de 1 kg (similares a las obtenidas en el primer pastoreo), un peso vivo promedio de 435 kg (similar al del primer pastoreo) y una digestibilidad promedio del 65% un consumo de 10,8 kg MS/día para cubrir esas ganancias.

Salvo la mezcla de Da., los resultados estuvieron muy alejados de dicho número. Por lo cual hubieron diferentes variable que determinaron una menor ganancia animal como por ejemplo las altas temperaturas, manejo sanitario, entre otras. porque se cuantifica el desaparecido que incluye no sólo el consumido sino pérdidas en el proceso de pastoreo como pueden ser el pisoteo o senescencia. Lo cual se explica por el mayor disponible o exceso de forraje de los tratamientos con festuca.

Al igual que para el primer pastoreo se presentan a continuación las eficiencias de utilización para el segundo pastoreo.

Cuadro No. 29. Eficiencia de utilización del desaparecido por tratamiento del segundo pastoreo

Tratamiento	Crec. ajustado (kg/ha MS)	Forraje desaparecido (kg/ha MS)	Ganancia PV/parcela (KG)	Producción/ha (kg/ha)	E.U.D. (kg MS/kg PV)
Da.	848,30	1666,00	67	51	26,00 A
FTa.	940,70	1625,00	96	73	18,72 A B
FBr.	913,00	1359,00	142	108	15,02 B
FTu.	686,00	1320,00	142	107	15,52 B

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

Podemos observar aquí como el forraje desaparecido es en gran medida a partir de forraje generado previamente al pastoreo. En otras palabras gran parte del forraje consumido es a partir de forraje remanente del pastoreo anterior y no partir de producciones dentro de lo que sería el período del segundo pastoreo. Con esto podemos comprender las altas producción diarias obtenidas en este momento donde ocurrieron deficiencias hídricas y bajas producciones de forraje como se vio previamente.

A diferencia de lo visto previamente donde la mezcla Da. fue la que obtuvo las mejores eficiencias de utilización, aquí se dio lo contrario siendo ésta última la que obtuvo los peores datos en cuanto a eficiencia, estando significativamente por debajo con valores numéricos mayores, debido a menores ganancias por menor calidad de la dieta.

Según Leborgne (1983) los requerimientos necesarios en kg de materia seca por día para novillos holando en pastoreo requieren para una ganancia diaria de 0,75 kg (similares a las obtenidas en el segundo pastoreo), un peso vivo promedio de 517 kg (peso promedio del segundo pastoreo) y una digestibilidad promedio del 65% un consumo de 10,3 kg MS/día para cubrir esas ganancias.

Molinelli et al. (2014) para una pradera de festuca por cumplir 3 años obtuvieron eficiencias de utilización de 34 kg MS/kg PV con oferta de forraje de 20,6 kg de MS cada 100 kg de PV mientras que la mezcla de Da. presento datos de 16 kg MS/kg PV sobre ofertas de forraje de 10,0 kg de MS cada 100 kg de PV en el período estivo otoñal. Abud et al. (2011) con una oferta de forraje de 10,5 kg de MS cada 100 kg de PV obtuvieron una E.U.D. para una mezcla F.B.L. de 19,2 kg de MS durante el período verano – otoño. Cabe resaltar que la asignación forrajera utilizada por Abud et al.

(2011), Molinelli et al. (2014) superan ampliamente las registradas en el presente experimento por lo cual se esperaría una eficiencia numéricamente mayor al tener desperdicio a causa de pisoteo y deyecciones. También sería de esperarse mayores eficiencias ya que los experimentos mencionados no presentaron agua en las parcelas.

## 5. CONCLUSIONES

En base al estudio realizado se puede concluir fehacientemente que las distintas mezclas forrajeras no difieren en cuanto a la producción forrajera, y tampoco en lo que respecta a la producción animal. En lo que refiere a la composición botánica si se encontraron ciertas diferencias principalmente dentro del primer pastoreo.

La biomasa encontrada al comienzo del período de pastoreo excedió a los recomendados por un margen de relativa importancia tanto en el primero como en el segundo pastoreo. Esto no se vio reflejado en las alturas encontradas pre pastoreo, donde estas fueron elevadas en el primer pastoreo y restrictivas para el segundo pastoreo.

El remanente forrajero luego de retirados los animales fue abundante tanto en el primer como en el segundo pastoreo explicado en este último fundamentalmente por los restos secos encontrados. En contraposición a esto las alturas remanentes encontrados no se distanciaron mucho de las recomendadas como óptimas para dicha época.

En lo que respecta a la utilización de forraje éstas fueron altas en el primer pastoreo explicada fundamentalmente por el consumo por parte de los animales pero también con un peso importante de la desaparición a causa del pisoteo, deyecciones y restos secos. Cabe resaltar que en dicho pastoreo hubieron diferencias significativas, donde la utilización fue mayor en la mezcla Da. por sobre las mezclas FTa. y FBr. pero no así ante FTu. Durante el segundo pastoreo la utilización de forraje no presentó diferencias entre tratamientos y los valores estuvieron próximos a los esperados en dicha estación del año.

Las tasas de crecimiento registradas durante el primer pastoreo fueron superiores a las teóricamente esperadas explicadas fundamentalmente por condiciones climáticas más favorables para las especies componentes de la mezcla. En el segundo pastoreo las tasas de crecimientos se encontraron dentro de lo esperado, resaltando que no duró el tiempo esperado a causa de condiciones climáticas adversas. A pesar de esto el forraje producido fue mayor a lo teóricamente esperado explicado fundamentalmente por el gran crecimiento al comienzo del período experimental.

Dentro de la composición botánica de los disponibles, se pudieron observar diferencias en lo que respecta al componente gramínea, leguminosas, malezas y disponibilidad de forraje para el primer pastoreo. En cuanto al segundo pastoreo la composición botánica presentó diferencias solamente en el componente malezas y disponibilidad de forraje. Cabe resaltar que los datos obtenidos en la composición botánica del segundo pastoreo registraron bajas a considerar, fundamentalmente por parte de las leguminosas, dado por la preferencia de los animales sobre ésta.

En lo que refiere a la morfología de las plantas las relaciones P.A./P.R. de las diferentes gramíneas y leguminosas no presentaron diferencias significativas al igual que la profundidad de las raíces. Esto mismo ocurrió en el caso de comparar el número de macollos por metro cuadrado y el peso de los mismos, que no presentaron diferencias estadísticas pero se encontró que el número de macollos era inferior a los encontrados en otros trabajos.

La producción de carne no difirió entre tratamientos tanto para el primer como el segundo pastoreo. Las producciones por hectárea fueron iguales estadísticamente a pesar de que se encontraron diferentes asignaciones para el primer pastoreo. Mientras que para el segundo pastoreo se observaron iguales asignaciones de forraje e iguales producciones de peso vivo.

La eficiencia de utilización en base a lo desaparecido fue superior a la necesaria por los animales para cumplir los requerimientos de ganancia vistos. Esto se debe principalmente a las grandes disponibilidades forrajeras encontradas previas al pastoreo, donde la pérdida de forraje por pisoteo, deyecciones o restos secos son mayores.

## 6. RESUMEN

Los objetivos principales de este trabajo eran evaluar cuatro mezclas forrajeras diferentes en el período estivo-otoñal de su primer año de vida. Esta consistió en evaluar la producción forrajera, composición botánica, morfogénesis de las plantas y la producción animal. Los tratamientos consistieron en mezclas simples combinando una especie de gramíneas y una o más leguminosas. Estas fueron *Dactylis glomerata* cv INIA Perseo, *Medicago sativa* cv Chaná por un lado, y luego las restantes tres mezclas de *Lotus corniculatus* cv San Gabriel, *Trifolium repens* cv Zapicán y una variedad de *Festuca arundinacea* que difería entre dichos tratamientos. Las variedades utilizadas de *Festuca arundinacea* fueron: tacuabé, brava INTA y tuscany II. Cada parcela fue pastoreada por cuatro novillos Holando de invernada con pesos similares al comienzo del período y distribuidos al azar. El experimento se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario Alberto Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay), en el potrero No. 34 a 32°22'31.23" de latitud Sur y 58° 03' 45,62" de longitud Oeste sobre Brunosoles Éútricos Típicos (Háplicos), asociados con Brunosoles Éútricos Lúvicos y Solonetz Solodizados Melánicos. El período experimental se extendió entre el 07 de enero y el 02 de junio del 2014. Se utilizó para el experimento el diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y 4 bloques, obteniendo así las 16 parcelas abarcando un área total de 5,28 hectáreas. El pastoreo realizado fue rotativo con una intensidad de pastoreo objetivo de 7 centímetros. Los resultados de los datos obtenidos en el experimentos demuestran que no existieron diferencias en producción de forraje entre las diferentes mezclas a pesar de que se encontraron diferencias tanto en el forraje disponible como en la composición botánica, para las gramíneas como para las leguminosas. Por el lado de la producción animal tampoco se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos. Cabe destacar que las producciones estuvieron próximas a las esperadas para la época. Las producciones del segundo pastoreo en promedio inferiores a las del primero, siendo la principal diferencia encontrada la asignación forrajera. Por último las variables morfológicas no presentaron diferencia estadísticas tanto para relación P.A./P.R., profundidad radicular, como para número de macollos y peso de los mismos.

Palabras clave: Mezclas forrajeras; Producción forrajera; Composición botánica; Morfogénesis; Producción animal.

## 7. SUMMARY

The main objective of this work was the evaluation of four different types of forage mixture in the summer-autumn period of their first year of life. The experiment consists in evaluate the dry matter production, botanical composition and morphology, and the animal production. The treatments consist in simple mixtures, combining one grass with one or two legumes. Those were *Dactylis glomerata* cv INIA perseo, *Medicago sativa* cv chaná in one side, and the others three mixtures with *Lotus corniculatus* cv San Gabriel, *Trifolium repens* cv zapicán and one variety of *Festuca arundinacea* that differed between those treatments. The varieties of festuca used were: tacuabé, brava INTA and tuscanly II. Each plot was shepherding by four Holstein bullocks with similar weight at the beginning of the period and randomly distributed. The experiment was onducted at the Experimental Station Dr. Mario Alberto Cassinoni (Faculty of Agronomy, University of the Republic, Paysandú, Uruguay), in paddock No. 34 at 32°22'31.23" de South Latitude and 58° 03' 45,62" West Longitude on tipic Argiduokes in association with Natruduoles. The experiment started on January 07<sup>th</sup>, 2015 and ended on June 02<sup>nd</sup>. of the same year. The experiment design was one of complete random blocks, composed by four blocks divided in plots. Each of them containing one of the four treatments obtaining sixteen plots in total. The total experimental area was 5,28 has. The grazing method was rotational changing fringes with a criterion of 7 cm of intensity. The results obtained in the experiment shows no significant differences in production of forage between different mixtures. Significant differences were found in available forage and botanical composition in grass as well as legumes. Also the animal production between treatments did not present difference. Considering the meat production, the results were the expected according with de date. The production in the second grazing lowers the first one being the grass assignation the principal difference. At last, the morphology variables don't present statistical differences not even in the relation AP/RP, radicular profundity or number of tillering or their weigh.

Keywords: Forage mixtures; Dry matter production; Botanical composition; Morphology; Animal production.

## 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. Agnusdei, M.; Colabelli, M.; Mazzanti, A.; Lavreux, M. 1998. Fundamentos para el manejo del pastoreo de pastizales y pasturas cultivadas de la Pampa Húmeda. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Boletín Técnico no. 147. 16 p.
3. Agustoni, F.; Bussi, C.; Shimabukuro, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.
4. Albano J. S.; Platero, T.; Sarachu, N. 2013. Evaluación invierno-primaveral de mezclas forrajeras en su primer año de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 109 p.
5. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; clasificación de suelos. MAP. DSF. t.1, 96 p.
6. Altier, N. 1996. Impacto en las enfermedades en la producción de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 47-56 (Serie Técnica no. 80).
7. Astigarraga, L.; Gonzales, P. 2012. Productividad de vacas lecheras en pasturas de festuca o de dactylis. (en línea). Agrociencia (Montevideo). 16 (1): 160-165. Consultado jun. 2012. Disponible en [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1510-08392012000100019&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1510-08392012000100019&script=sci_arttext)
8. Ayala, W.; Bemhaja, M.; Cotro, B.; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C.; Silva, J. 2010. Forrajeras; catálogo de cultivares 2010. Montevideo, Uruguay, INIA. 131 p. (Otros Documentos no. 38).
9. Azanza, A.; Panissa, R.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.

10. Ball, D. M.; Hoveland, C. S.; Lacefield, G. D. 1991. Southern forages. Atlanta, Georgia, USA, Potash and Phosphate Institute. 256 p.
11. Barthram, G. T.; Bolton, G. R.; Elston, D. A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. *Agronomie*. 19 (6): 445-456.
12. Beguet, H. A.; Bavera, G. A. 2001. Relación suelo – planta - animal. In: Curso de Producción Bovina de Carne (2001, Río Cuarto). Textos. Río Cuarto, Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. s.p.
13. Beretta, V.; Simeone, A.; Bentancur, O.; Invernizzi, G.; Puig, C.; Viroga, S. 2007. Efecto de la asignación de forraje y el tiempo de ocupación de la parcela sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes en invierno. (en línea). In: Reunión de ALPA (20<sup>a</sup>, 2007, Cusco). Trabajos presentados. Cusco, ALPA. pp. 1-4. Consultado 15 oct. 2012. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/90-Beretta\\_ocupacion.pdf](http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/90-Beretta_ocupacion.pdf)
14. \_\_\_\_\_.; Simeone A.; Elizalde, J. C. 2008. Producción de carne a pasto; asignación de forraje, respuesta a animal y utilización de forraje. In: Jornada Anual de la U.P.I.C. (10<sup>a</sup>, 2010, Paysandú). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. cap. 3, pp. 20-23.
15. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 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. (12<sup>as.</sup>, 2010, Paysandú). Ganadería a pasto, feedlot e industria frigorífica; ¿es posible la integración de un tipo “ganar-ganar” en la cadena de la carne? Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. cap. 5, pp. 56-58.
16. Bianchi, S.; Díaz, A.; Musacco, M. 2012. Evaluación estivo-otoñal de cuatro mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 102 p.
17. 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.
18. Brancato, A.; Panissa, R. J.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período

- primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 84 p.
19. Brougham, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7 (5): 377-387.
  20. Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, Argentina, INTA Balcarce. s.p.
  21. \_\_\_\_\_. 1997. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. *In*: Cangiano, C. ed. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA. Estación Agropecuaria Experimental Balcarce. pp. 41 – 64.
  22. Capandeguy, J.; Larriera, M. 2013. Producción estivo-otoñal de dos mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 92 p.
  23. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 463 p.
  24. \_\_\_\_\_. 1985. Implantación de praderas. Montevideo, Facultad de Agronomía. 10 p.
  25. \_\_\_\_\_. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
  26. \_\_\_\_\_. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
  27. \_\_\_\_\_. 2002a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
  28. \_\_\_\_\_. 2002b. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
  29. \_\_\_\_\_. 2003. Pasturas y forrajeras; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
  30. \_\_\_\_\_. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 3. 413 p.
  31. \_\_\_\_\_. 2008. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.

32. \_\_\_\_\_. 2010a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
33. \_\_\_\_\_. 2010b. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
34. \_\_\_\_\_. 2010c. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
35. Cardozo, W. 1984. Utilización de pasturas por los bovinos destinados a la producción de carne. Utilización de pasturas, material seleccionado por la cátedra bovinos de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 69-111.
36. Colabelli, M.; Agnusdei, M.; Mazzanti, A.; Labreveux, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Boletín Técnico no. 148. 21 p.
37. Cubillos, G. F.; Mott, G. O. 1969. La influencia de la presión de pastoreo sobre la producción de carne de novillos en praderas de alfalfa y bromo. Agricultura Técnica. 29 (4): 178-185.
38. Diaz, J. E. 1995. Estudios sobre la producción de forraje estacional y anual de leguminosas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 103 p.
39. \_\_\_\_\_.; García, J. A.; Rebuffo, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en la Estanzuela. Montevideo, Uruguay, INIA. 12 p. (Serie Técnica no. 71).
40. Donaghy, D. J.; Fulkerson, W. J. 1998. Priority for allocation of watersoluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. Grass and Forage Science. 53 (3): pp. 211-218.
41. Escuder, C. 1996. Manejo de la defoliación; efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
42. \_\_\_\_\_. 1997. Manejo de la defoliación; efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Buenos Aires, Argentina, La Borrosa. pp. 65-83.

43. 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.
44. Foglino, F.; Fernández, J. 2009. Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, trébol blanco, *Lotus corniculatus* y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 78 p.
45. 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.
46. Formoso, F. 1993. *Lotus corniculatus*; performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, Uruguay, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).
47. \_\_\_\_\_. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
48. \_\_\_\_\_. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 75-94 (Boletín de Divulgación no. 69).
49. \_\_\_\_\_. 2010a. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semilla. Montevideo, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
50. \_\_\_\_\_. 2010b. Festuca, recopilación resumida de información agronómica nacional relacionada con la performance productiva. In: Formoso, F. ed. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 21-57 (Serie Técnica no. 182).
51. \_\_\_\_\_. 2011. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad del forraje. Efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (*Cynodon dactylon*, (L) PERS). Montevideo, Uruguay, INIA. 302 p. (Serie Técnica no. 188).
52. Frame, J. 1996. Forage legumes for temperate grasslands. Plymouth, England, FAO/Science Publishers. 309 p.

53. Freer, M. 1981. The control of food intake by grazing animal. In: Morley, F. H. W. ed. Grazing animals. Amsterdam, Elsevier. pp. 105-124.
54. Fulkerson, W. J.; Slack, K. 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*; 2. Effect of defoliation frequency and height. Grass and Forage Science. 50: 16-20.
55. Gallarino, H. 2010. Intensidad y frecuencia de defoliación de una pastura. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 9 p. Consultado 20 nov. 2013. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/158-defolicacion\\_8.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/158-defolicacion_8.pdf)
56. Galli, J. R. 1997. Las pasturas como fuente de alimentación de rumiantes. In: Cangiano, C. ed. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA. Estación Agropecuaria Experimental Balcarce. pp. 27 – 39.
57. García, J. A.; Millot, J. C. 1978. Estanzuela Tacuabé, primera variedad de *Festuca arundinacea* creada para el Uruguay. Revista de la Asociación Ingenieros Agrónomos del Uruguay. 9: 33-36.
58. \_\_\_\_\_.; Rebuffo, M.; Formoso, F. 1991. Las forrajeras de La Estanzuela. Montevideo, Uruguay, INIA. 9 p. (Boletín de Divulgación no. 7).
59. \_\_\_\_\_. 1995a. *Dactylis glomerata* L. INIA LE Oberón. Montevideo, Uruguay, INIA. 11 p. (Boletín de Divulgación no. 49)
60. \_\_\_\_\_. 1995b. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, Uruguay, INIA. 9 p. (Serie Técnica no. 66).
61. \_\_\_\_\_. 1995c. Variedades de trébol blanco. Montevideo, Uruguay, INIA. 13 p. (Serie Técnica no. 70).
62. \_\_\_\_\_.; Rebuffo, M. 1997. Importancia del ciclo de las variedades forrajeras en los sistemas intensivos. In: Indarte, E.; Restaino, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Montevideo, INIA. pp. 9-15 (Serie Técnica no. 15).
63. \_\_\_\_\_. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, Uruguay, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).

64. Gastal, F.; Lemaire, G.; Lestienne, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilisation. *In*: Simposio em Ecofisiologia das Pastagens e Ecologia do Pastejo (2o., 2004, Curitiba). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.
65. Gomes De Freitas, S.; Klassen, A. 2011. Efecto de la fecha de siembra y tipo de barbecho en la implantación y producción inicial de mezclas con *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 91 p.
66. Hall, M.; Vough, L. 2007. Forage establishment and renovation. *In*: Barnes, R.; Neslon, C.; Moor, K.; Collins, M. eds. Forages; the science of grassland agriculture. Ames, Iowa, Blackwell. v.2, pp. 343-354.
67. Harris, W. 1978. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. *In*: Wilson, J. R. ed. Plant relations in pastures. Melbourne, CSIRO. pp. 67-85.
68. Henning, J. M.; Nelson, J. C. 1993. Alfalfa. (en línea). Columbia, Missouri, University of Missouri. pp.1-5. Consultado 3 jun. 2012. Disponible en <http://extension.missouri.edu/p/G4550>
69. Hodgson, J. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production; an evaluation of research results. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 44: 99-104.
70. \_\_\_\_\_. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.
71. Hudson, R. J.; Richmond, R. J.; Christopherson, R. 1977. Comparison of forage intake and digestibility by american bison, yak and cattle. Acta Theriologica. 22 (9-19): 225-230.
72. INIA; INASE (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY; Instituto Nacional de Semillas, UY). 2010. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras; anuales, bianuales y perennes. Período 2009. Montevideo, Uruguay. 77 p.
73. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2012. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras; anuales, bianuales y perennes. Período 2011. Montevideo, Uruguay. 101 p.

74. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2013. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras; anuales, bianuales y perennes. Período 2012. Montevideo, Uruguay. 107 p.
75. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2015. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras; anuales, bianuales y perennes. Período 2014. La Estanzuela, Uruguay. 102 p.
76. Kloster, A.; Latimori, N.; Amigone, A.; Ghida Daza, C. 2003. Invernada de alta producción sobre pasturas de alfalfa. (en línea). Marcos Juárez, INTA. 8 p. Consultado 14 nov. 2011. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/38-alta\\_produccion](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/38-alta_produccion)
77. Laluz, R. Martino, S. L. Rovira, F. R. 2015. Producción de forraje y carne de cuatro mezclas forrajeras en su primer año de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 91 p.
78. Langer, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas, establecimiento de la pastura. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 314 p.
79. Leborgne, R. 1983. Antecedentes técnicos y metodología para la presupuestación en establecimientos lecheros. 2ª. ed. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 53 p.
80. López, G.; Pastorini, J.; Vázquez, F. 2012. Efectos de la fecha de siembra y mezcla forrajera sobre la producción invierno-primaveral para praderas de primer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81 p.
81. McNaughton, S. J. 1979. Grazing as an optimization process; grass-ungulate relationship in the Serengeti. *The American Naturalist*. 113 (5): 691-703.
82. Mazzanti, A.; Lemaire, G.; Gastel, F. 1994. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass Forage Science*. 49 (2): 111-120.
83. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, Uruguay, FUCREA. 199 p.
84. Minson, D. J.; Milford, R. 1967. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature Pangola grass (*Digitaria decumbens*). *Australian Journal of Experimental Agricultural Animal Husbandry*. 7: 546-551.

85. Molfino, J. H.; Califra, A. 2001. Agua disponible de las tierras del Uruguay. Montevideo, Uruguay, INIA. 13 p. (Documento no. 23).
86. 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.
87. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Reading). Proceedings. Oxford, Alden Press. pp. 606-611.
88. Muslera, E.; Ratera, C. 1984. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento. Madrid, España, Mundi-Prensa. 702 p.
89. Nabinger, C. 1996. Eficiencia do uso de pastagens; disponibilidade e perdas de forragem. In: Simposio sobre Manejo da Pastagem (14º., 1997, Piracicaba). Fundamentos do pastejo rotacionado. Piracicaba, Brasil, ESALQ. pp. 213-251.
90. Olmos, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco. Montevideo, Uruguay, INIA. 245 p. (Serie Técnica no. 145).
91. Otondo, J.; Cicchino, M.; Calvetty, M. 2008. Mezclas base alfalfa en un sistema de invernada de la Cuenca del Salado. (en línea). s. l., Sitio Argentino de Producción Animal. 6 p. Consultado sep. 2013. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_alfalfa/115-Alfalfa.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/115-Alfalfa.pdf)
92. Parsons, A. J.; Penning, P. D. 1988. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. Grass and Forage Science. 43 (1): 15-27.
93. Pereira, M. 2007. ¿Qué Lotus sembrar? Revista Plan Agropecuario. no. 122: 36-38.
94. Pereyra, S. Vilaró, D. 2010. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras; anuales, bianuales y perennes. Período 2009. Montevideo, Uruguay. 28 p.

95. Presno, J. P. Souza, P. A. 2013. Productividad invierno-primaveral de praderas mezclas con *Festuca arundinacea* o *Dactylis glomerata* en su tercer año de vida con novillos holando con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.
96. Rebuffo, M. 2001. Implantación. In: Rebuffo, M.; Risso, D.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 29- 36 (Boletín de Divulgación no. 69).
97. \_\_\_\_\_. 2005. Alfalfa; principios y manejo del pastoreo. Programa Nacional de Plantas Forrajeras. (en línea). Revista INIA. no. 5: 1-5. Consultado 3 jun. 2012. Disponible en <http://www.inia.com.uy/produccion-animal>
98. Rimieri, P. 2009. Presentación en Bolívar nuevo cultivar Brava INTA. (en línea). Pergamino, INTA. 3 p. Consultado jul. 2011. Disponible en [http://www.inta.gov.ar/pergamino/actividad/aer/2009/jorboli\\_092110.htm](http://www.inta.gov.ar/pergamino/actividad/aer/2009/jorboli_092110.htm)
99. \_\_\_\_\_. 2011. Nuevo cultivar de festuca alta. (en línea). s.l., INTA Pergamino. 20 p. Consultado 20 may. 2015. Disponible en [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-avances\\_en\\_festuca\\_ao\\_2\\_num\\_2.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-avances_en_festuca_ao_2_num_2.pdf)
100. Rovira, J. 2008. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 336 p.
101. \_\_\_\_\_. 2012. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 336 p.
102. Sahlu, T. 1989. Influence of grazing pressure on energy cost of grazing by sheep on smooth brome grass. Journal of Animal Science. 67: 2098-2105.
103. Santiñaque, F.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. 1: 16-21.
104. Scheneiter, O. 2005. Mezclas de especies forrajeras perennes templadas. (en línea). In: Jornada de Actualización Técnica de Pasturas Implantadas (19ª., 2005, Pergamino). Generación y evaluación de cultivares de especies forrajeras. s.l., INTA Pergamino. pp. 1-5. Consultado 17 may. 2012. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/.../33-mezclas\\_forrajeras\\_perennes...](http://www.produccion-animal.com.ar/.../33-mezclas_forrajeras_perennes...)
105. Smetham, M. L. 1981a. Especies y variedades de leguminosas forrajeras. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas, Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 97-148

106. \_\_\_\_\_. 1981b. Manejo del pastoreo. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 210-270.
107. Snaydon, R. W. 1981. The ecology of grazed pastures. In: Morley, F. H. W. ed. Grazing animals. Amsterdam, Elsevier. pp. 13-32.
108. Soca, P.; Chilibroste, P. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años; aportes desde la EEMC. Cangué. no. 30: 36-44.
109. Tothill, J.; Hargreaves J.; Jones, R. 1978. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. CSIRO. Tropical Agronomy Technical Memorandum no. 8. s.p.
110. Valentine, J. F. 1990. Grazing management. San Diego, CA, USA, Academic Press. 533 p.
111. Velasco, M. E.; Hernández, A.; González, V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne L.*) en respuesta a la frecuencia de corte. Técnica Pecuaria en México. 43 (2): 247-258.
112. Voisin, A. 1959. Productividad de la hierba. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 552 p.
113. Waldo, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage - concentrate interaction. Journal of Dairy Science. 69 (2): 617-631.
114. Zanoniani, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangué. no. 15: 13-17.
115. \_\_\_\_\_.; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangué no. 25: 5-11.
116. \_\_\_\_\_.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. Silveira, D. 2006. Producción otoño-invernal del segundo año de raigrás según intensidades de pastoreo. In: Reunión del Grupo Técnico Regional de 109 Cono Sur, Grupo Campos (21<sup>a</sup>., 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.

## 9. ANEXOS

Anexo No. 1. Disponibilidad y remanente de MS, forraje desaparecido, alturas disponibles y remanentes, porcentaje de utilización, tasa de crecimiento, crecimiento ajustado y composición botánica del primer pastoreo

### DISPONIBLE con CRECIMIENTO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP. + CREC.	16	0,82	0,69	9,88

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12648615,88	6	2108102,65	6,65	0,0064
BLOQUE	837119,19	3	279039,73	0,88	0,4872
TRATAMIENTO	11811496,69	3	3937165,56	12,41	0,0015
Error	2854267,06	9	317140,78		
Total	15502882,94	15			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=729,96199

Error: 317140,7847 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Tuscany, t. blanco y lotus	6721,75	4	281,58 A
Brava, t. blanco y lotus	6180,00	4	281,58 A B
Tacuabé, t. blanco y lotus	5474,25	4	281,58 B
Dactylis y alfalfa	4424,25	4	281,58 C

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

### REMANENTE Kg./HA.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM. Kg./HA.	16	0,87	0,78	13,51

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4485986,38	6	747664,40	9,83	0,0016
BLOQUE	2294509,19	3	764836,40	10,06	0,0031
TRATAMIENTO	2191477,19	3	730492,40	9,61	0,0036
Error	684433,56	9	76048,17		
Total	5170419,94	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=357,45271**

Error: 76048,1736 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
Brava, t. blanco y lotus	2453,50	4	137,88	A
Tuscany, t. blanco y lotus	2253,75	4	137,88	A B
Tacuabé, t. blanco y lotus	1992,00	4	137,88	B
Dactylis y alfalfa	1466,50	4	137,88	C

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

### DESAPARECIDO Kg./HA.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DES. Kg./HA.	16	0,76	0,59	14,12

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7440464,50	6	1240077,42	4,64	0,0201
BLOQUE	2713125,50	3	904375,17	3,39	0,0676
TRATAMIENTO	4727339,00	3	1575779,67	5,90	0,0165
Error	2403458,50	9	267050,94		
Total	9843923,00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=669,84028**

Error: 267050,9444 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
Tuscany, t. blanco y lotus	4468,00	4	258,38	A
Brava, t. blanco y lotus	3727,00	4	258,38	B
Tacuabé, t. blanco y lotus	3482,00	4	258,38	B C
Dactylis y alfalfa	2958,00	4	258,38	C

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

### % UTILIZACIÓN

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% UTIL.	16	0,87	0,78	6,27

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1289,00	6	214,83	10,12	0,0014
BLOQUE	1066,50	3	355,50	16,75	0,0005

TRATAMIENTO	222,50	3	74,17	3,49	0,0630
Error	191,00	9	21,22		
Total	1480,00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=5,97131**

Error: 21,2222 gl: 9

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.		
Dactylis y alfalfa	79,00	4	2,30	A
Tuscany, t. blanco y lotus	74,25	4	2,30	A B
Tacuabé, t. blanco y lotus	72,00	4	2,30	B
Brava, t. blanco y lotus	68,75	4	2,30	B

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

**ALTURA DISPONIBLE**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT. DISP.	16	0,26	0,00	15,62

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	53,08	6	8,85	0,54	0,7692
BLOQUE	32,26	3	10,75	0,65	0,6017
TRATAMIENTO	20,83	3	6,94	0,42	0,7427
Error	148,50	9	16,50		
Total	201,58	15			

**ALTURA REMANENTE**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT. REM.	16	0,80	0,66	14,77

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	62,15	6	10,36	5,86	0,0097
BLOQUE	60,03	3	20,01	11,32	0,0021
TRATAMIENTO	2,12	3	0,71	0,40	0,7565
Error	15,92	9	1,77		
Total	78,07	15			

**TASA de CRECIMIENTO**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
T. CREC.	16	0,85	0,76	13,01

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	2889,09	6	481,51	8,71	0,0025	
BLOQUE	2768,66	3	922,89	16,69	0,0005	
TRATAMIENTO	120,43	3	40,14	0,73	0,5617	
Error	497,69	9	55,30			
Total	3386,78	15				

**CRECIMIENTO AJUSTADO**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CREC. AJUS.	16	0,68	0,46	13,32

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	4421074,50	6	736845,75	3,14	0,0603	
BLOQUE	3933638,50	3	1311212,83	5,59	0,0192	
TRATAMIENTO	487436,00	3	162478,67	0,69	0,5793	
Error	2111424,50	9	234602,72			
Total	6532499,00	15				

**DISPONIBILIDAD GRAMÍNEAS %**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP. GRAM. %	16	0,78	0,64	45,28

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	2829,88	6	471,65	5,38	0,0128	
BLOQUE	965,69	3	321,90	3,67	0,0564	
TRATAMIENTO	1864,19	3	621,40	7,08	0,0096	
Error	789,56	9	87,73			
Total	3619,44	15				

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=12,14077**

Error: 87,7292 gl: 9

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.	
Dactylis y alfalfa	34,25	4	4,68 A
Brava, t. blanco y lotus	27,75	4	4,68 A
Tacuabé, t. blanco y lotus	13,50	4	4,68 B
Tuscany, t. blanco y lotus	7,25	4	4,68 B

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

### DISPONIBILIDAD LEGUMINOSAS%

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP. LEG.%	16	0,79	0,65	16,28

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3868,50	6	644,75	5,74	0,0104
BLOQUE	482,25	3	160,75	1,43	0,2970
TRATAMIENTO	3386,25	3	1128,75	10,05	0,0031
Error	1011,25	9	112,36		
Total	4879,75	15			

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=13,73986

Error: 112,3611 gl: 9

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.
Tuscany, t. blanco y lotus	80,50 4	5,30 A
Tacuabé, t. blanco y lotus	74,75 4	5,30 A B
Brava, t. blanco y lotus	62,75 4	5,30 B
Dactylis y alfalfa	42,50 4	5,30 C

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

### DISPONIBILIDAD MALEZAS%

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP. MALEZA.%	16	0,55	0,25	74,04

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	302,88	6	50,48	1,85	0,1960
BLOQUE	32,19	3	10,73	0,39	0,7615
TRATAMIENTO	270,69	3	90,23	3,30	0,0716
Error	246,06	9	27,34		
Total	548,94	15			

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,77760

Error: 27,3403 gl: 9

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.
Dactylis y alfalfa	14,00 4	2,61 A
Tacuabé, t. blanco y lotus	5,75 4	2,61 B

Tuscany, t. blanco y lotus	5,25	4	2,61	B
Brava, t. blanco y lotus	3,25	4	2,61	B

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

### DISPONIBILIDAD R. SECOS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP. R. SECOS	16	0,60	0,34	65,62

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	299,00	6	49,83	2,28	0,1284
BLOQUE	272,75	3	90,92	4,16	0,0418
TRATAMIENTO	26,25	3	8,75	0,40	0,7563
Error	196,75	9	21,86		
Total	495,75	15			

### DISPONIBILIDAD S. DESCUBIERTO %

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP. S.D. %	16	0,40	0,00	136,62

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	63,00	6	10,50	1,00	0,4812
BLOQUE	18,25	3	6,08	0,58	0,6440
TRATAMIENTO	44,75	3	14,92	1,42	0,3006
Error	94,75	9	10,53		
Total	157,75	15			

### REMANENTE GRAMÍNEAS %

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM. GRAM. %	16	0,71	0,52	42,55

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2684,50	6	447,42	3,73	0,0382
BLOQUE	725,00	3	241,67	2,01	0,1827
TRATAMIENTO	1959,50	3	653,17	5,44	0,0207
Error	1080,50	9	120,06		
Total	3765,00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=14,20252**

Error: 120,0556 gl: 9

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.			
Dactylis y alfalfa	40,75	4	5,48	A	
Brava, t. blanco y lotus	29,50	4	5,48	A	B
Tacuabé, t. blanco y lotus	22,50	4	5,48		B C
Tuscany, t. blanco y lotus	10,25	4	5,48		C

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM. LEG.%	16	0,62	0,36	32,58

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2981,38	6	496,90	2,40	0,1150
BLOQUE	664,69	3	221,56	1,07	0,4096
TRATAMIENTO	2316,69	3	772,23	3,73	0,0544
Error	1865,06	9	207,23		
Total	4846,44	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=18,65948**

Error: 207,2292 gl: 9

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.	
Tuscany, t.blanco y lotus	58,25	4	7,20 A
Tacuabé, t. blanco y lotus	47,00	4	7,20 A
Brava, t. blanco y lotus	46,50	4	7,20 A
Dactylis y alfalfa	25,00	4	7,20 B

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM. MALEZA%	16	0,67	0,45	58,13

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	259,50	6	43,25	3,03	0,0661
BLOQUE	57,00	3	19,00	1,33	0,3241
TRATAMIENTO	202,50	3	67,50	4,73	0,0302
Error	128,50	9	14,28		
Total	388,00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,89784**

Error: 14,2778 gl: 9

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.	
Dactylis y alfalfa	12,25 4	1,89	A
Tacuabé, t. blanco y lotus	5,75 4	1,89	B
Tuscany, t. blanco y lotus	5,50 4	1,89	B
Brava, t. blanco y lotus	2,50 4	1,89	B

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

**REMANENTE R SECOS %**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM. R. SECOS %	16	0,90	0,83	23,28

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2327,50	6	387,92	12,82	0,0006
BLOQUE	2266,25	3	755,42	24,97	0,0001
TRATAMIENTO	61,25	3	20,42	0,67	0,5888
Error	272,25	9	30,25		
Total	2599,75	15			

**REMANENTE S.DESCUBIERTO %**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM S.D %	16	0,35	0,00	87,30

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	380,50	6	63,42	0,81	0,5864
BLOQUE	117,25	3	39,08	0,50	0,6914
TRATAMIENTO	263,25	3	87,75	1,12	0,3902
Error	703,25	9	78,14		
Total	1083,75	15			

Anexo No. 2. Disponibilidad y remanente de MS, forraje desaparecido, alturas disponibles y remanentes, porcentaje de utilización, tasa de crecimiento, crecimiento ajustado y composición botánica del segundo pastoreo

**DISPONIBILIDAD con CRECIMIENTO**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

DISP. + CREC. 16 0,85 0,75 14,45

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8465827,00	6	1410971,17	8,43	0,0028
BLOQUE	6691542,50	3	2230514,17	13,33	0,0012
TRATAMIENTO	1774284,50	3	591428,17	3,53	0,0615
Error	1506485,00	9	167387,22		
Total	9972312,00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=530,31676**

Error: 167387,2222 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
Brava, t. blanco y lotus	3301,50	4	204,56	A	
Tuscany, t. blanco y lotus	2951,75	4	204,56	A	B
Tacuabé, t. blanco y lotus	2663,50	4	204,56	B	B C
Dactylis y alfalfa	2407,25	4	204,56		C

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

**REMANENTE Kg./HA**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM. Kg./HA.	16	0,70	0,50	21,77

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl.	CM	F	p-valor
Modelo.	1764160,38	6	294026,73	3,46	0,0466
BLOQUE	1039636,69	3	346545,56	4,08	0,0438
TRATAMIENTO	724523,69	3	241507,90	2,84	0,0978
Error	764104,06	9	84900,45		
Total	2528264,44	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=377,68453**

Error: 84900,4514 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
Brava, t. blanco y lotus	1676,00	4	145,69	A	
Tacuabé, t. blanco y lotus	1304,00	4	145,69	A	B
Tuscany, t. blanco y lotus	1285,75	4	145,69		B
Dactylis y alfalfa	1087,00	4	145,69		B

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

### DESAPARECIDO Kg./HA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DES. Kg./HA.	16	0,58	0,29	32,78

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2922173,88	6	487028,98	2,03	0,1627
BLOQUE	2540878,69	3	846959,56	3,54	0,0614
TRATAMIENTO	381295,19	3	127098,40	0,53	0,6725
Error	2155704,56	9	239522,73		
Total	5077878,44	15			

### % UTILIZACIÓN

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% UTIL.	16	0,13	0,00	30,19

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	370,50	6	61,75	0,23	0,9561
BLOQUE	301,50	3	100,50	0,37	0,7735
TRATAMIENTO	69,00	3	23,00	0,09	0,9661
Error	2414,50	9	268,28		
Total	2785,00	15			

### ALTURA DISPONIBLE

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT. DISP.	16	0,83	0,71	17,27

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	217,70	6	36,28	7,18	0,0049
BLOQUE	173,01	3	57,67	11,41	0,0020
TRATAMIENTO	44,69	3	14,90	2,95	0,0910
Error	45,51	9	5,06		
Total	263,20	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,91464**

Error: 5,0562 gl: 9

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.
Dactylis y alfalfa	15,68 4 1,12	A
Brava, t. blanco y lotus	13,18 4 1,12	A B
Tacuabé, t. blanco y lotus	11,88 4 1,12	B
Tuscany, t. blanco y lotus	11,35 4 1,12	B

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

### ALTURA REMANENTE

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT. REM.	16	0,64	0,40	31,65

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38,84	6	6,47	2,68	0,0893
BLOQUE	35,05	3	11,68	4,83	0,0285
TRATAMIENTO	3,79	3	1,26	0,52	0,6772
Error	21,76	9	2,42		
Total	60,60	15			

### TASA de CRECIMIENTO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
T. CREC.	16	0,62	0,36	50,43

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1334,97	6	222,49	2,44	0,1111
BLOQUE	1257,01	3	419,00	4,59	0,0327
TRATAMIENTO	77,96	3	25,99	0,28	0,8355
Error	822,35	9	91,37		
Total	2157,32	15			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=12,39029

Error: 91,3723 gl: 9

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.
Tuscany, t. blanco y lotus	20,90 4 4,78	A
Dactylis y alfalfa	20,48 4 4,78	A
Brava, t. blanco y lotus	19,15 4 4,78	A
Tacuabé, t. blanco y lotus	15,30 4 4,78	A

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

### CRECIMIENTO AJUSTADO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CREC. AJUS.	16	0,68	0,46	47,65

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3066535,00	6	511089,17	3,14	0,0604
BLOQUE	2910264,50	3	970088,17	5,96	0,0160
TRATAMIENTO	156270,50	3	52090,17	0,32	0,8110
Error	1465773,00	9	162863,67		
Total	4532308,00	15			

### DISPONIBILIDAD GRAMÍNEAS %

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP. GRAM. %	16	0,62	0,36	69,17

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2076,88	6	346,15	2,41	0,1133
BLOQUE	976,19	3	325,40	2,27	0,1494
TRATAMIENTO	1100,69	3	366,90	2,56	0,1202
Error	1290,56	9	143,40		
Total	3367,44	15			

### DISPONIBILIDAD LEGUMINOSAS%

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP. LEG.%	16	0,75	0,58	28,54

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6571,50	6	1095,25	4,42	0,0233
BLOQUE	4690,25	3	1563,42	6,31	0,0135
TRATAMIENTO	1881,25	3	627,08	2,53	0,1225
Error	2228,25	9	247,58		
Total	8799,75	15			

### DISPONIBILIDAD MALEZA%

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP. MALEZA%	16	0,68	0,47	76,99

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	450,88	6	75,15	3,18	0,0583
BLOQUE	150,69	3	50,23	2,13	0,1670
TRATAMIENTO	300,19	3	100,06	4,24	0,0399
Error	212,56	9	23,62		
Total	663,44	15			

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,29936

Error: 23,6181 gl: 9

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.
Dactylis y alfalfa	13,75	4 2,43 A
Tacuabé, t. blanco y lotus	4,75	4 2,43 B
Tuscany, t. blanco y lotus	3,50	4 2,43 B
Brava, t. blanco y lotus	3,25	4 2,43 B

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

#### DISPONIBILIDAD R. SECOS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP. R. SECOS	16	0,97	0,95	26,76

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8986,00	6	1497,67	46,32	<0,0001
BLOQUE	8906,50	3	2968,83	91,82	<0,0001
TRATAMIENTO	79,50	3	26,50	0,82	0,5150
Error	291,00	9	32,33		
Total	9277,00	15			

#### DISPONIBILIDAD S. DESCUBIERTO %

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP. S.D. %	16	0,39	0,00	70,81

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	240,00	6	40,00	0,96	0,5020
BLOQUE	195,25	3	65,08	1,56	0,2659
TRATAMIENTO	44,75	3	14,92	0,36	0,7853

Error	375,75	9	41,75
Total	615,75	15	

---

### REMANENTE GRAMÍNEAS %

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM. GRAM. %	12	0,70	0,45	61,31

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1699,42	5	339,88	2,77	0,1239
BLOQUE	1079,17	2	539,58	4,39	0,0669
TRATAMIENTO	620,25	3	206,75	1,68	0,2689
Error	737,50	6	122,92		
Total	2436,92	11			

---

### REMANENTE LEGUMINOSAS%

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM. LEG.%	12	0,76	0,56	25,76

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2330,42	5	466,08	3,84	0,0659
BLOQUE	175,50	2	87,75	0,72	0,5231
TRATAMIENTO	2154,92	3	718,31	5,92	0,0317
Error	727,83	6	121,31		
Total	3058,25	11			

---

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=17,47462

Error: 121,3056 gl: 6

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.
Tuscany, t. blanco y lotus	60,33 3	6,97 A
Tacuabé, t. blanco y lotus	48,67 3	6,97 A B
Brava, t. blanco y lotus	38,00 3	6,97 B C
Dactylis y alfalfa	24,00 3	6,97 C

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

### REMANENTE MALEZA%

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM. MALEZA%	12	0,71	0,46	52,47

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	139,08	5	27,82	2,89	0,1147
BLOQUE	22,17	2	11,08	1,15	0,3778
TRATAMIENTO	116,92	3	38,97	4,04	0,0687
Error	57,83	6	9,64		
Total	196,92	11			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,92585**

Error: 9,6389 gl: 6

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.
Dactylis y alfalfa	11,00 3	1,96 A
Tuscany, t. blanco y lotus	5,67 3	1,96 B
Tacuabé, t. blanco y lotus	4,33 3	1,96 B
Brava, t. blanco y lotus	2,67 3	1,96 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**REMANENTE R SECOS %**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM. R. SECOS %	12	0,63	0,32	23,73

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	641,75	5	128,35	2,04	0,2051
BLOQUE	386,17	2	193,08	3,07	0,1206
TRATAMIENTO	255,58	3	85,19	1,36	0,3427
Error	377,17	6	62,86		
Total	1018,92	11			

**REMANENTE S. DESCUBIERTO %**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM. S.D. %	12	0,61	0,29	81,82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5375,75	5	1075,15	1,88	0,2326
BLOQUE	3891,50	2	1945,75	3,40	0,1031
TRATAMIENTO	1484,25	3	494,75	0,86	0,5093
Error	3436,50	6	572,75		
Total	8812,25	11			

Anexo No. 3. Disponibilidad y remanente de MS, forraje desaparecido, alturas disponibles y remanentes, porcentaje de utilización, tasa de crecimiento, crecimiento ajustado del promedio de ambos pastoreos

### DISPONIBILIDAD con CRECIMIENTO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP. + CREC.	16	0,87	0,79	8,55

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8168307,88	6	1361384,65	10,22	0,0014
BLOQUE	2916244,69	3	972081,56	7,30	0,0088
TRATAMIENTO	5252063,19	3	1750687,73	13,15	0,0012
Error	1198551,56	9	133172,40		
Total	9366859,44	15			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=473,02196

Error: 133172,3958 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Tuscany, t. blanco y lotus	4836,75	4	182,46 A
Brava, t. blanco y lotus	4741,00	4	182,46 A
Tacuabé, t. blanco y lotus	4069,25	4	182,46 B
Dactylis y alfalfa	3415,75	4	182,46 C

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

### REMANENTE Kg./HA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM. Kg./HA.	16	0,80	0,67	16,05

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2680124,38	6	446687,40	6,07	0,0086
BLOQUE	1401789,69	3	467263,23	6,35	0,0133
TRATAMIENTO	1278334,69	3	426111,56	5,79	0,0174
Error	662004,06	9	73556,01		
Total	3342128,44	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=351,54690**

Error: 73556,0069 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
Brava, t. blanco y lotus	2064,75	4	135,61	A
Tuscany, t. blanco y lotus	1770,00	4	135,61	A B
Tacuabé, t. blanco y lotus	1648,00	4	135,61	B
Dactylis y alfalfa	1276,50	4	135,61	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,10)

**DESAPARECIDO Kg./HA**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DES. Kg./HA.	16	0,72	0,53	14,52

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3233061,50	6	538843,58	3,85	0,0348
BLOQUE	1368033,00	3	456011,00	3,26	0,0736
TRATAMIENTO	1865028,50	3	621676,17	4,44	0,0355
Error	1259597,50	9	139955,28		
Total	4492659,00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=484,91860**

Error: 139955,2778 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
Tuscany, t. blanco y lotus	3067,25	4	187,05	A
Brava, t. blanco y lotus	2676,00	4	187,05	A B
Tacuabé, t. blanco y lotus	2420,50	4	187,05	B C
Dactylis y alfalfa	2139,25	4	187,05	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,10)

**% UTILIZACIÓN**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% UTIL.	16	0,40	0,01	14,70

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	539,38	6	89,90	1,02	0,4712
BLOQUE	411,69	3	137,23	1,55	0,2674
TRATAMIENTO	127,69	3	42,56	0,48	0,7032
Error	795,56	9	88,40		

Total	1334,94	15
-------	---------	----

### ALTURA DISPONIBLE

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT. DISP.	16	0,62	0,37	14,44

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	117,71	6	19,62	2,47	0,1080
BLOQUE	88,30	3	29,43	3,70	0,0553
TRATAMIENTO	29,41	3	9,80	1,23	0,3537
Error	71,59	9	7,95		
Total	189,29	15			

### ALTURA REMANENTE

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT. REM.	16	0,72	0,53	19,52

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	42,20	6	7,03	3,81	0,0359
BLOQUE	39,32	3	13,11	7,10	0,0096
TRATAMIENTO	2,87	3	0,96	0,52	0,6800
Error	16,62	9	1,85		
Total	58,82	15			

### TASA de CRECIMIENTO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
T. CREC.	16	0,80	0,67	19,13

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1918,57	6	319,76	6,03	0,0088
BLOQUE	1842,47	3	614,16	11,59	0,0019
TRATAMIENTO	76,10	3	25,37	0,48	0,7050
Error	476,87	9	52,99		
Total	2395,44	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=9,43525**

Error: 52,9856 gl: 9

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Mediasn</u>	<u>E.E.</u>
Brava, t. blanco y lotus	40,18 4	3,64 A
Dactylis y alfalfa	38,98 4	3,64 A
Tuscany, t. blanco y lotus	38,63 4	3,64 A
Tacuabé, t. blanco y lotus	34,40 4	3,64 A

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

### CRECIMIENTO AJUSTADO

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
CREC. AJUS.	16	0,74	0,56	16,87

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	14330226,50	6	2388371,08	4,17	0,0276
BLOQUE	13402109,25	3	4467369,75	7,81	0,0071
TRATAMIENTO	928117,25	3	309372,42	0,54	0,6663
Error	5149021,25	9	572113,47		
Total	19479247,75	15			

Anexo No. 4. Relación parte aérea/parte radicular gramíneas y leguminosas

### P.A. LEGUMINOSAS

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
P. Aérea Leguminosas	12	0,23	0,00	44,61

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1242760,08	5	248552,02	0,36	0,8579
Bloque	777261,17	2	388630,58	0,57	0,5956
Tratamiento	465498,92	3	155166,31	0,23	0,8752
Error	4122696,83	6	687116,14		
Total	5365456,92	11			

### P.R. LEGUMINOSAS

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Raíz leguminosas	12	0,45	0,00	46,49

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1776568,75	5	355313,75	0,97	0,5039
Bloque	1254556,50	2	627278,25	1,71	0,2585
Tratamiento	522012,25	3	174004,08	0,47	0,7116
Error	2202107,50	6	367017,92		
Total	3978676,25	11			

### RELACIÓN P.A. / P.R. LEGUMINOSAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Aérea/raíz leguminosas	12	0,68	0,41	29,79

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,74	5	0,55	2,51	0,1464
Bloque	2,51	2	1,26	5,75	0,0403
Tratamiento	0,23	3	0,08	0,35	0,7884
Error	1,31	6	0,22		
Total	4,05	11			

### P.A. GRAMÍNEAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Aérea Gram.	12	0,75	0,55	80,54

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	59662534,08	5	11932506,82	3,65	0,0731
Bloque	50790610,50	2	25395305,25	7,77	0,0216
Tratamiento	8871923,58	3	2957307,86	0,90	0,4921
Error	19610762,17	6	3268460,36		
Total	79273296,25	11			

### P.R. GRAMÍNEAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Raíz Gram.	12	0,55	0,18	69,67

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18552689,75	5	3710537,95	1,48	0,3203
Bloque	11816160,17	2	5908080,08	2,36	0,1753
Tratamiento	6736529,58	3	2245509,86	0,90	0,4953

Error	15020845,17	6	2503474,19
Total	33573534,92	11	

---

### RELACIÓN P.A. /P.R. GRAMÍNEAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rel. P.A./raíz Gram.	12	0,88	0,77	31,04

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,02	5	0,60	8,45	0,0109
Bloque	2,63	2	1,31	18,36	0,0028
Tratamiento	0,40	3	0,13	1,85	0,2391
Error	0,43	6	0,07		
Total	3,45	11			

Anexo No. 5. Profundidad radicular de gramíneas y leguminosas

### PROFUNDIDAD RADICULAR GRAMÍNEAS PERENNES.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Gram. Perenne	11	0,39	0,00	20,78

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	28,23	5	5,65	0,65	0,6781
BLOQUE	4,84	2	2,42	0,28	0,7689
TRAT.	23,39	3	7,80	0,89	0,5058
Error	43,67	5	8,73		
Total	71,90	10			

### PROFUNDIDAD RADICULAR DE LEGUMINOSAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Leguminosas	12	0,51	0,09	23,01

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	42,79	5	8,56	1,23	0,3991
BLOQUE	30,44	2	15,22	2,18	0,1940
TRAT.	12,36	3	4,12	0,59	0,6434
Error	41,84	6	6,97		
Total	84,63	11			

Anexo No. 6. Número de plantas gramíneas, número de macollos por planta, número de macollos por metro cuadrado

**No. DE PLANTAS (plantas/m<sup>2</sup>)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. de plantas gram. (m <sup>2</sup> )	12	0,66	0,38	59,83

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	40289,71	5	8057,94	2,37	0,1613
BLOQUE	35436,20	2	17718,10	5,22	0,0486
TRAT.	4853,52	3	1617,84	0,48	0,7101
Error	20371,09	6	3395,18		
Total	60660,81	11			

**No. MACOLLOS/PLANTA**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. macollos / planta	9	0,72	0,43	40,05

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	120,91	4	30,23	2,54	0,1946
BLOQUE	111,76	2	55,88	4,69	0,0894
TRAT.	9,16	2	4,58	0,38	0,7036
Error	47,66	4	11,91		
Total	168,57	8			

**No. MACOLLOS/m<sup>2</sup>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. macollos/m <sup>2</sup>	9	0,71	0,42	83,73

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7426171,33	4	1856542,83	2,48	0,2004
BLOQUE	6379250,67	2	3189625,33	4,26	0,1021
TRAT.	1046920,67	2	523460,33	0,70	0,5492
Error	2996574,67	4	749143,67		
Total	10422746,00	8			

### **PESO/MACOLLO (gramos)**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Peso/macollo	9	0,33	0,00	48,91

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,02	4	0,01	0,49	0,7491
BLOQUE	4,4E-03	2	2,2E-03	0,21	0,8213
TRAT.	0,02	2	0,01	0,77	0,5232
Error	0,04	4	0,01		
Total	0,06	8			

Anexo No.6. Peso vivo inicial, final y promedio de los animales

### **PESO VIVO INICIAL (KG)**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Peso Inicial	16	0,37	0,21	6,77

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	6018,69	3	2006,23	2,31	0,1278
Tratamiento	6018,69	3	2006,23	2,31	0,1278
Error	10406,25	12	867,19		
Total	16424,94	15			

### **PESO VIVO FINAL (KG)**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Peso Final	16	0,44	0,31	5,84

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	8773,69	3	2924,56	3,20	0,0621
Tratamiento	8773,69	3	2924,56	3,20	0,0621
Error	10955,75	12	912,98		
Total	19729,44	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=38,07967**

Error: 912,9792 gl: 12

Tratamiento Mediasn E.E.

Tuscany II	546,00	4	15,11	A		
Brava	534,50	4	15,11	A	B	
Tacuabé	497,75	4	15,11		B	C
Dactylis	491,00	4	15,11			C

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

### PESO VIVO PROMEDIO (KG)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso Promedio	16	0,43	0,29	5,92

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7314,81	3	2438,27	3,07	0,0691
Tratamiento	7314,81	3	2438,27	3,07	0,0691
Error	9541,13	12	795,09		
Total	16855,94	15			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=35,53627

Error: 795,0938 gl: 12

Tratamiento	Mediasn	E.E.				
Tuscany II	502,38	4	14,10	A		
Brava	491,63	4	14,10	A	B	
Tacuabé	459,75	4	14,10		B	C
Dactylis	451,00	4	14,10			C

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

Anexo No. 7. Ganancia diaria primer, segundo pastoreo y el promedio de ambos por animal

### GANANCIA PRIMER PASTOREO (kg/día)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Gan. pastoreo 1	16	0,10	0,00	26,24

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	0,08	4	0,02	0,31	0,8670	
Trat.	0,06	3	0,02	0,32	0,8134	
Peso inicial	0,01	1	0,01	0,16	0,6999	-9,9E-04
Error	0,71	11	0,06			
Total	0,79	15				

### GANANCIA SEGUNDO PASTOREO (kg/día)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Gan. pastoreo 2	16	0,21	0,00	54,44

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	0,52	4	0,13	0,73	0,5922	
Trat.	0,52	3	0,17	0,96	0,4439	
Peso inicial	0,15	1	0,15	0,81	0,3865	-3,7E-03
Error	1,96	11	0,18			
Total	2,48	15				

### GANANCIA PROMEDIO (kg/día)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
G. diaria total kg./día	16	0,14	0,00	23,88

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	0,08	4	0,02	0,45	0,7674	
Trat.	0,08	3	0,03	0,57	0,6464	
Peso inicial	0,05	1	0,05	1,01	0,3354	-2,1E-03
Error	0,50	11	0,05			
Total	0,58	15				

Anexo No. 8. Ganancia del primer pastoreo, segundo y total por animal

### GANANCIA PRIMER PASTOREO (KG)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Primer pastoreo	16	0,10	0,00	26,28

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	253,95	4	63,49	0,31	0,8643	
Trat.	193,27	3	64,42	0,32	0,8135	
Peso inicial	35,26	1	35,26	0,17	0,6854	-0,06
Error	2241,49	11	203,77			
Total	2495,44	15				

### GANANCIA SEGUNDO PASTOREO (KG)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Segundo pastoreo	16	0,21	0,00	54,18

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	668,83	4	167,21	0,73	0,5901	
Trat.	666,20	3	222,07	0,97	0,4418	
Peso inicial	188,15	1	188,15	0,82	0,3842	-0,13
Error	2520,10	11	229,10			
Total	3188,94	15				

#### GANANCIA TOTAL (KG)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Gnncia total	16	0,15	0,00	23,68

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	711,81	4	177,95	0,47	0,7576	
Trat.	673,79	3	224,60	0,59	0,6330	
Peso inicial	386,31	1	386,31	1,02	0,3346	-0,19
Error	4173,19	11	379,38			
Total	4885,00	15				

Anexo No. 9. Asignación de forraje del primer y segundo pastoreo

#### ASIGNACIÓN DE FORRAJE PRIMER PASTOREO (kg MS/100kg P.V.)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
A.F.	16	0,73	0,54	10,05

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,64	6	1,27	3,98	0,0316
BLOQUE	0,91	3	0,30	0,94	0,4591
TRATAMIENTO	6,73	3	2,24	7,02	0,0099
Error	2,88	9	0,32		
Total	10,51	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,73261

Error: 0,3194 gl: 9

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.
-------------	---------	------

Tuscany, t. blanco y lotus	6,35	4	0,28	A
Brava, t. blanco y lotus	5,95	4	0,28	A B
Tacuabé, t. blanco y lotus	5,60	4	0,28	B
<u>Dactylis y alfalfa</u>	<u>4,60</u>	<u>4</u>	<u>0,28</u>	<u>C</u>

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

### ASIGNACIÓN DE FORRAJE SEGUNDO PASTOREO (kg MS/100kg

P.V.)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
A.F.	16	0,84	0,74	13,71

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21,77	6	3,63	8,12	0,0032
BLOQUE	19,10	3	6,37	14,25	0,0009
TRATAMIENTO	2,68	3	0,89	2,00	0,1852
Error	4,02	9	0,45		
Total	25,79	15			

Anexo No. 10. Eficiencia de utilización en base a lo desaparecido para el primer y segundo pastoreo

### EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN EN BASE AL FORRAJE DESAPARECIDO DEL PRIMER PASTOREO. (kgMS/kg PV)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
E.U. (kgMS/kg PV)	16	0,78	0,63	13,77

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	299,35	6	49,89	5,28	0,0136
BLOQUE	105,42	3	35,14	3,72	0,0547
TRATAMIENTO	193,93	3	64,64	6,84	0,0107
Error	85,09	9	9,45		
Total	384,44	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,98561**

Error: 9,4546 gl: 9

TRATAMIENTO	Mediasn	E.E.
Tuscany, t. blanco y lotus	26,15 4	1,54 A
Brava, t. blanco y lotus	23,29 4	1,54 A
Tacuabé, t. blanco y lotus	23,22 4	1,54 A

Dactylis y alfalfa 16,66 4 1,54 B

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

**EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN EN BASE AL FORRAJE  
DESAPARECIDO DEL SEGUNDO PASTOREO. (kgMS/kg PV)**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
EU	16	0,63	0,39	35,37

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	693,72	6	115,62	2,61	0,0951
BLOQUE	387,75	3	129,25	2,91	0,0931
TRATAMIENTO	305,97	3	101,99	2,30	0,1460
Error	399,15	9	44,35		
<u>Total</u>	<u>1092,87</u>	<u>15</u>			