

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

PRODUCTIVIDAD INVIERNO-PRIMAVERAL DE PRADERAS MEZCLAS CON
Festuca arundinacea y *Medicago sativa* o *Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense* EN
SU TERCER AÑO DE PASTOREADAS CON NOVILLOS HOLANDO CON
DISTINTAS DOTACIONES

por

Juan Manuel MÉNDEZ SILVERA
Eduard Michael PINTOS SUÁREZ

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2020

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. M^a Elena Mailhos

Fecha: 2 de junio de 2020

Autores:

Juan Manuel Méndez Silvera

Eduard Michael Pintos Suárez

AGRADECIMIENTOS

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

Al Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani, tutor del presente trabajo, por su incondicional apoyo durante el transcurso de todo el trabajo de tesis.

Al personal de la EEMAC, especialmente a Ángel Colombino y Laura Barreto, por su ayuda a nivel de campo y de laboratorio.

A personal de biblioteca que nos facilitó el acceso a materiales necesarios para la realización del presente trabajo.

A la Licenciada Sully Toledo por su apoyo en cuanto a la correcta presentación del trabajo.

A familiares y amigos que de una u otra forma nos acompañaron desde el inicio de este ciclo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 OBJETIVOS GENERALES	1
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LAS MEZCLAS	3
2.1.1 <i>Festuca arundinacea</i>	3
2.1.2 <i>Lolium perenne</i>	5
2.1.3 <i>Medicago sativa</i>	7
2.1.4 <i>Trifolium pratense</i>	9
2.2 MEZCLAS FORRAJERAS	11
2.2.1 <u>Importancia de las mezclas</u>	11
2.2.2 <u>Componentes de las mezclas</u>	12
2.3 EFECTOS DEL PASTOREO	15
2.3.1 <u>Aspectos generales</u>	15
2.3.2 <u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	16
2.3.2.1 Intensidad.....	16
2.3.2.2 Frecuencia.....	17
2.3.3 <u>Efectos sobre la fisiología de las especies que componen la mezcla</u>	18
2.3.4 <u>Efectos del pastoreo sobre aspectos de la pastura</u>	20
2.3.4.1 Efectos sobre la producción de materia seca	20
2.3.4.2 Efectos sobre la utilización de forraje.....	21
2.3.4.3 Efectos sobre el rebrote.....	22
2.3.4.4 Efectos sobre la composición botánica	23

2.3.4.5 Efectos sobre la morfología y estructura de las plantas.....	25
2.3.4.6 Efectos sobre la persistencia	26
2.3.4.7 Efectos sobre la calidad	27
2.4 PRODUCCIÓN ANIMAL.....	29
2.4.1 <u>Aspectos generales de la producción animal</u>	29
2.4.2 <u>Relación entre consumo, disponibilidad y altura de forraje</u>	31
2.4.3 <u>Relación entre oferta de forraje y consumo</u>	33
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	35
3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES.....	35
3.1.1 <u>Ubicación y período experimental</u>	35
3.1.2 <u>Descripción del sitio experimental</u>	35
3.1.3 <u>Antecedentes del área experimental</u>	35
3.1.4 <u>Tratamientos</u>	36
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	36
3.3 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	37
3.3.1 <u>Mediciones de las principales variables</u>	37
3.3.1.1 Disponibilidad y remanente de forraje.....	37
3.3.1.2 Altura del forraje disponible y remanente	38
3.3.1.3 Producción de forraje.....	38
3.3.1.4 Forraje desaparecido	38
3.3.1.5 Utilización del forraje	39
3.3.1.6 Composición botánica.....	39
3.3.1.7 Peso de los animales	39
3.3.1.8 Ganancia de peso diaria	39
3.3.1.9 Producción de peso vivo	39
3.4 HIPÓTESIS	40
3.4.1 <u>Hipótesis biológica</u>	40
3.4.2 <u>Hipótesis estadística</u>	40
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	40
3.5.1 <u>Modelo estadístico</u>	40

4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	42
4.1 CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA DURANTE EL PERÍODO DE EVALUACIÓN.....	42
4.1.1 <u>Precipitaciones</u>	42
4.1.2 <u>Temperatura</u>	43
4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE	44
4.2.1 <u>Forraje disponible</u>	44
4.2.1.1 Altura del forraje disponible	47
4.2.2 <u>Forraje remanente</u>	50
4.2.3 <u>Composición botánica</u>	52
4.2.4 <u>Suelo descubierto</u>	58
4.2.5 <u>Forraje desaparecido</u>	59
4.2.6 <u>Producción de materia seca</u>	61
4.2.6.1 Tasa de crecimiento	61
4.2.6.2 Producción de forraje.....	64
4.2.7 <u>Oferta de forraje</u>	65
4.3 PRODUCCIÓN ANIMAL	66
4.3.1 <u>Ganancia media diaria por animal</u>	67
4.3.2 <u>Producción de peso vivo por animal y por hectárea</u>	71
4.3.3 <u>Eficiencia de producción y utilización</u>	75
4.4 CONSIDERACIONES FINALES	76
5. <u>CONCLUSIONES</u>	78
6. <u>RESUMEN</u>	79
7. <u>SUMMARY</u>	80
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	81
9. <u>ANEXOS</u>	91

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Disponibilidad promedio de materia seca en kg MS/ha según tratamiento.....	44
2. Altura promedio del forraje disponible por tratamiento.....	47
3. Forraje remanente promedio por tratamiento.....	50
4. Altura del forraje remanente promedio por tratamiento.....	50
5. Composición botánica promedio del forraje disponible de cada tratamiento en porcentaje.....	52
6. Composición botánica promedio del forraje remanente de cada tratamiento en porcentaje.....	57
7. Proporción de suelo descubierto promedio según tratamiento.....	58
8. Forraje desaparecido promedio y total en kg MS/ha para cada tratamiento.....	59
9. Tasa de crecimiento promedio para cada tratamiento.....	61
10. Producción total de forraje por tratamiento.....	64
11. Evolución de la oferta de forraje para todo el período experimental.....	65
12. Peso vivo inicial, final y promedio por animal y carga animal en kg/ha PV según tratamiento.....	66
13. Ganancia media diaria por animal promedio y en cada período para cada tratamiento.....	67
14. Ganancia media diaria promedio y por estación para cada tratamiento.....	70
15. Ganancia promedio por animal y producción de peso vivo por hectárea para cada tratamiento.....	71
16. Eficiencia de utilización y eficiencia de producción de forraje según tratamiento.....	75

Figura No.

1. Arreglo espacial de los bloques y tratamientos del experimento.....	37
2. Precipitaciones mensuales de una serie histórica y del período experimental.....	42
3. Temperatura promedio máxima, mínima histórica y para el año del período de la evaluación.....	43
4. Evolución del forraje disponible por tratamiento para cada período de pastoreo..	46
5. Evolución de la altura del forraje disponible en cada período de pastoreo.....	48
6. Evolución de la composición botánica en proporción para el tratamiento FF + aa CB en cada período de pastoreo.....	53
7. Evolución de la composición botánica en proporción para el tratamiento Rg + Tr CA en cada período de pastoreo.....	55
8. Porcentaje de utilización del forraje disponible para cada tratamiento.....	60
9. Evolución de la tasa de crecimiento para todo el período experimental para las dos mezclas.....	63
10. Producción de PV y ganancia individual diaria según la oferta de forraje para la mezcla Rg + Tr.....	72
11. Producción de PV y ganancia individual diaria según la oferta de forraje para la mezcla FF + aa.....	73

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo corresponde a una tesis de grado de la carrera de Ingeniero Agrónomo, el mismo está enfocado en la investigación sobre la producción primaria y secundaria de pasturas sembradas. Este tipo de trabajos permite visualizar el impacto y las vías de mejora que tiene la utilización de pasturas sembradas en la producción animal. En este trabajo se podrán comprender las diferencias existentes entre mezclas con especies bianuales y perennes en relación a persistencia y productividad en su tercer año y como esto afecta a la producción animal.

Se cuenta con distintas alternativas para enfrentar el déficit forrajero y la falta de calidad. Por un lado realizar un manejo ajustado del pastoreo del campo natural, fertilizar y realizar un mejoramiento de campo natural o reemplazar la vegetación por una pastura sembrada (Carámbula, 2002).

Las pasturas mezclas demandan la eliminación de la vegetación presente, la preparación del suelo, fertilización y siembra de especies de gramíneas y leguminosas que cumplan con el objetivo buscado (Carámbula, 2002).

Uno de los objetivos más importantes de las pasturas sembradas es lograr los máximos rendimientos de materia seca aprovechando las virtudes de las gramíneas y leguminosas. Es fundamental combinar en forma eficiente las distintas opciones forrajeras para utilizar de forma más eficiente el medio ambiente (Carámbula, 2002).

La función de las pasturas sembradas en sistemas de producción de forraje basados en campo natural es complementar las características del mismo atenuando sus problemas. Una pastura mezcla de gramíneas y leguminosas puede reducir la estacionalidad de la producción de un campo natural y también aumentar el valor nutritivo durante el otoño-invierno (Zanoniani y Lattanzi, 2017).

Conociendo las diferencias que existen en relación a la productividad y persistencia de las mezclas es posible evaluar el impacto que tienen sobre la producción animal. En mezclas con especies perennes de mayor persistencia se espera una mayor producción primaria y por lo tanto un mayor efecto en la producción animal. Mezclas con especies bianuales se esperan una baja persistencia al tercer año y mayor enmalezamiento que mezclas perennes y una reducción en la producción animal.

1.1 OBJETIVOS GENERALES

El objetivo del trabajo fue evaluar la productividad de dos mezclas forrajeras en su tercer año de vida durante el período invierno-primaveral, las mismas estuvieron

compuestas, una por *Festuca arundinacea* y *Medicago sativa* y la otra compuesta por *Trifolium pratense* y *Lolium perenne*. Por otro lado evaluar la producción animal a distintas cargas en cada una de las mezclas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar y comparar la producción de forraje (kg MS/ha)

Evaluar la variación de la composición botánica durante el período de estudio.

Evaluar ganancia de peso vivo individual (kg/an) y producción por hectárea (kg/ha).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LAS MEZCLAS

2.1.1 Festuca arundinacea

La festuca es una gramínea perenne invernada, cespitosa a rizomatosa que se adapta a un amplio rango de suelos, pero prospera mejor en suelos medios a pesados, tolera suelos ácidos y alcalinos. Crece en lugares húmedos y presenta a la vez buena resistencia a la sequía permaneciendo verde durante el verano siempre que tenga una suficiente disponibilidad hídrica. Presenta un buen crecimiento otoñal y durante el invierno es poco afectada por heladas (Langer 1981b, Carámbula 2002).

Presenta un lento establecimiento que la hace vulnerable a la competencia que ejercen las otras especies. Como consecuencia presenta una baja producción de forraje el primer año, pero si se maneja de forma adecuada puede persistir muchos años (Langer, 1981b). Cuenta con buena precocidad otoñal, rápido rebrote de fines de invierno y floración temprana (septiembre-octubre), posee baja palatabilidad en estado reproductivo (Carámbula, 2002).

La festuca admite un manejo de pastoreo intenso por un lado debido a que las sustancias de reservas se encuentran en raíces y rizomas cortos y también porque las plantas por lo general presentan áreas foliares remanentes altas después de los pastoreos (Mackee, citado por Carámbula, 2002). Se recomienda realizar pastoreos rotativos y con alturas de entrada no mayores a 15 centímetros para evitar que se endurezca y pierda apetecibilidad (Langer 1981b, Carámbula 2002).

La falta de latencia estival y la carencia de órganos apropiados para acumular grandes volúmenes de reserva pueden hacer peligrar la productividad y persistencia de esta especie bajo régimen de pastoreos intensos (López et al., citados por Carámbula, 2002). Pastoreos frecuentes deprimen el crecimiento radicular y por ende la profundidad de arraigamiento, disminuyendo la tolerancia al déficit hídrico (Formoso, 2010). Debido a esto se debe insistir en que la persistencia de la festuca depende fundamentalmente del desarrollo de un buen sistema radicular desde fines de invierno y primavera, por esto se debe tener en cuenta que un pastoreo intenso y abusivo durante el verano puede afectar desfavorablemente los rebrotes de otoño, atributo muy valioso de esta especie considerada como una gramínea perenne precoz (Carámbula, 2002).

Con respecto al método de siembra se muestran claras ventajas de la siembra en línea con respecto a la siembra al voleo, esto no quiere decir que no se obtengan buenas implantaciones con siembras al voleo si se cuenta con una buena cama de siembra,

ausencia de malezas y disponibilidad hídrica en la etapa de implantación (Formoso, 2010).

La densidad de siembra recomendada en mezcla es 9-12 kg/ha y en siembras puras 10-15 kg/ha (Carámbula, 2002). La investigación demuestra el uso de bajas densidades (4 kg/ha) que permiten obtener buenos rendimientos de semilla y forraje, aunque la utilización de 10 kg/ha permite mejores producciones de forraje en el corto plazo (Formoso, 2010).

Esta especie necesita disponer de muy buena fertilidad debido a su alta producción y a su rebrote rápido, por ello necesita un suministro de nitrógeno importante ya que se conocen altas respuestas al agregado de este nutriente en todas las estaciones del año. Cuando la festuca no tiene una buena disponibilidad de nitrógeno cambia su comportamiento, se torna amarillenta, rebrota lentamente y su forraje es poco apetecido o rechazado por los animales. Se estima que la producción de forraje puede duplicarse con el agregado de 46 kg N/ha por estación (Carámbula 2002, Formoso 2010).

La festuca puede presentar un hongo endófito benéfico que le proporciona a la planta ventajas adaptativas como tolerancia a la sequía, insectos y nemátodos, aumento en el macollaje, persistencia y rendimiento potencial, pero también puede causarles un efecto nocivo a los animales causándoles toxicidad, a lo que se le llama festucosis (Ayala et al., 2010).

Los cultivares de festuca se pueden clasificar en continentales o mediterráneas, las primeras presentan la capacidad de crecer en todas las estaciones del año mientras que las mediterráneas presentan reposo estival. Las más adaptadas en Uruguay son las de tipo continental debido al régimen de precipitaciones. Las mediterráneas presentan problemas de enmalezamiento estival debido al reposo que tienen estas durante la estación (Ayala et al., 2010).

En un ensayo realizado en La Estanzuela y Salto (INASE e INIA, 2009) con 12 cultivares de festuca, el cultivar Typhoon presentó un rendimiento durante el primer año de 2600 kg/ha en LE y 2800 kg/ha en Salto comportándose similar al promedio de todos los cultivares. Durante el segundo año, en LE produjo 6400 kg/ha mientras que en Salto 2300 kg/ha siendo entre 7 y 9% mayor al promedio del resto de los cultivares.

2.1.2 *Lolium perenne*

El género *Lolium* presenta dos especies principales que son raigrás anual y perenne, estas se cruzan entre sí de forma natural o artificial generando así un amplio gradiente de variación desde formas anuales a perennes. Estos últimos presentan requerimientos de frío (Ayala et al., 2010).

Esta especie es perenne de ciclo de producción invernal con un hábito de crecimiento cespitoso, puede ser muy duradera y es capaz de producir un gran número de macollos (Carámbula, 2002). Prefiere áreas con climas templados y húmedos, con 600 milímetros de precipitación el raigrás Manawa puede persistir durante 3-4 años en suelos profundos, pero en suelos más superficiales solo se comporta como una especie anual (Langer, 1981b).

La producción es máxima en suelos fértiles y bien drenados y mínima en suelos arenosos (Carámbula, 2002).

Según Cooper y Tainton, citados por Velasco et al. (2002), el comportamiento productivo del raigrás perenne confirma su susceptibilidad a las bajas temperaturas, ya que el crecimiento del mismo es muy afectado por temperaturas menores a 5 °C. También Hodgson, citado por Velasco et al. (2002), reportó que las temperaturas bajas en invierno mismo siendo por cortos lapsos de tiempo, pueden disminuir sustancialmente el crecimiento de las plantas, incluso hasta tasas de acumulación de forraje cercanas a cero.

Esta especie presenta una rápida implantación, se adapta al pastoreo intenso y al pisoteo. Su producción se ve disminuida en condiciones de déficit hídrico y elevadas temperaturas. Las condiciones climáticas en Uruguay no son apropiadas para esta especie principalmente durante el verano debido a sus necesidades hídricas (Carámbula, 2002), la cual se comporta como una gramínea bianual, con muy buenos rendimientos en el primer año para luego decrecer el segundo año (García, 2003). Es por esto que es necesario mantener un sistema radicular vigoroso y activo a través de un manejo adecuado del pastoreo para obtener pasturas productivas (Carámbula, 2002).

El raigrás perenne es considerablemente más digestible que el dactylis y festuca aunque esta digestibilidad es afectada por tener un período de floración prolongado (Langer 1981b, Carámbula 2002). Las reservas forrajeras elaboradas también son de excelente calidad (Carámbula, 2002).

Se conoce que *Lolium perenne* tiene una importante plasticidad fenotípica debido a que frente a variaciones en la intensidad de pastoreo y condiciones ambientales no limitantes, este no modifica dramáticamente su producción (Matthew et al., Gastal et al., Agnusdei y Assuero, citados por Saldanha et al., 2012).

Según la información de una evaluación de cultivares hecha en La Estanzuela en el primer año de las pasturas de raigrás y falaris, en comparación con pasturas de festuca y dactylis, los primeros fueron más productivos hasta la primavera produciendo 6700 y 7300 kg MS/ha mientras que festuca y dactylis produjeron 5000 y 5600 kg MS/ha. Durante el verano sucede lo contrario, tornándose menos productivos el raigrás y falaris (García, 2003).

El *Lolium perenne* no presenta latencia estival, pero durante esta estación se ve reducida de forma importante su tasa de crecimiento lo que continúa durante el otoño siendo inferior a las demás gramíneas perennes. Este comportamiento se debe a su falta de adaptación para soportar las temperaturas estivales, lo que condiciona su producción posterior (García, 2003).

Por otro lado, en un ensayo realizado por Cook et al. (1976), determinaron que la temperatura fue el factor que diferencia el crecimiento y la capacidad competitiva de esta especie. La misma creció mejor en condiciones de temperatura en rangos de entre 10 - 16°C y 23 - 17.

Durante el segundo año, el raigrás perenne reduce de forma importante su producción en comparación a festuca, dactylis y *Bromus auleticus*. En el tercer año producen muy bajos rendimientos tendiendo a desaparecer (García, 2003).

En términos de rendimiento anual, el raigrás es el que presenta mayor producción durante el primer año alcanzando 8600 kg MS/ha en comparación a festuca, dactylis, bromus y falaris. En el segundo año esto se revierte ya que el raigrás junto con el falaris son los menos productivos con 5500 kg MS/ha (García, 2003).

El raigrás presentó la menor producción acumulada en tres años de evaluación con 15500 kg MS/ha en comparación a las demás especies (García, 2003).

En un ensayo de evaluación de cultivares de INIA durante el 2017 el cultivar horizon utilizado como testigo tuvo una producción de 13235 kg MS/ha durante su primer año, siendo superior al resto de los cultivares (INASE e INIA, 2017). Para otro ensayo durante el 2011 se observó un rendimiento de 10497 kg MS/ha en el primer año y 10320 kg MS/ha en el segundo, siendo nuevamente el de mayor productividad total (INASE e INIA, 2011).

2.1.3 *Medicago sativa*

"La alfalfa no solo se considera una planta de uso especial que, en general, no se adecúa como componente de una pastura mixta, sino que su productividad en condiciones de tierras secas sobresale muy por encima del nivel de las pasturas convencionales..." (Langer, 1981a).

Medicago sativa es una especie perenne de ciclo de producción estival con un hábito de crecimiento erecto a rastrero según el cultivar (Carámbula, 2002). Crece a partir de un ensanchamiento llamado corona que es donde se localizan las yemas que dan origen a los tallos y es la principal fuente de regeneración después de que la planta haya sido pastoreada (Carámbula 1977, Langer 1981a). Al ser defoliada pierde los puntos de crecimiento de los tallos altos, es por esto que son muy importantes las yemas que quedan disponibles para el crecimiento de nuevos tallos por lo tanto un manejo adecuado del pastoreo es fundamental para completar la formación de nuevas yemas de la corona, esto sucede cuando las plantas han acumulado un nivel apropiado de reservas o al momento de florecer (Nelson y Smith, citados por Carámbula 1977, Langer 1981a).

Esta especie necesita de suelos fértiles, profundos y bien drenados y además no tolera suelos ácidos para una buena producción y persistencia de la misma ya que esto afecta el crecimiento radicular (Carámbula 1977, 2002, Langer 1981a).

La nodulación efectiva y la ausencia de malezas son factores elementales para obtener un correcto establecimiento de la pastura. Un pH bajo interfiere en la nodulación y en la supervivencia de los rizobios (Langer, 1981a). También un pastoreo severo temprano en la primavera afecta la producción y promueve la aparición de malezas (Carámbula, 2002).

Al comienzo de la floración es el momento adecuado para realizar una defoliación ya que es cuando se obtienen los máximos rendimientos y longevidad del cultivo (Langer, 1981a). Esta especie admite pastoreos intensos, pero poco frecuentes, en ambientes favorables ya que esto no estaría afectando la velocidad de rebrote. Si es utilizada de forma frecuente esto lleva a un crecimiento de recuperación lento, y en este caso se deberá dejar un área foliar remanente alta y utilizar dotaciones bajas (Carámbula 1977, Langer 1981a). Cortes realizados con demasiada frecuencia dejan vulnerable la pastura al ingreso de malezas (Langer, 1981a).

Formoso (2000) afirma que después de un corte o pastoreo el nivel de reservas disminuye hasta valores mínimos, esto se da cuando la altura del rebrote está entre 15 y 20 centímetros de altura y sostiene que en este momento nunca debería realizarse un pastoreo ya que debilitaría a la planta.

Con respecto al período de pastoreo y período de descanso, el mejor intervalo que se ha hallado consiste en 4 días de pastoreo y 36 días de descanso. Aunque períodos de pastoreo de entre 3 y 18 días no tienen diferencias significativas en producción durante la primavera ni tampoco en densidad de plantas, siendo el período de pastoreo más flexible que el período de descanso (Langer 1981a, Carámbula 2002).

La forma de control de malezas más importante en pasturas de alfalfa es un manejo correcto del pastoreo junto con una adecuada aplicación de fertilizantes. En estado de plántula no es muy competitiva, pero en estado maduro una correcta utilización dificulta la entrada de malezas (Langer, 1981a).

La alfalfa tiende a tener mayor contenido de nitrógeno que una pastura mixta de gramínea y trébol, pero esta tendencia se revierte a medida que comienza la floración. Comparada con esta mezcla, la alfalfa posee un mayor contenido de fibra cruda y la digestibilidad disminuye con la madurez (Langer, 1981a).

Además de presentar algunos problemas de establecimiento y manejo, provoca un elevado grado de meteorismo en etapas previas a la floración (Carámbula 1977, Langer 1981a).

Con respecto a la distribución estacional, esta especie presenta gran parte de su producción en primavera, presenta un comportamiento variable durante el verano dependiendo de la profundidad del suelo y la condición hídrica. Presenta una baja producción en el otoño debiendo realizarse un manejo cuidadoso en esta estación (Carámbula, 2002).

Las variedades de alfalfa se clasifican según su comportamiento frente a distintas condiciones invernales de temperatura. Se clasifican de acuerdo a su grado de reposo invernal en: sin reposo, con reposo corto y con reposo largo (Carámbula, 2002).

Según Sharratt et al., citados por Quiroga (2013), el crecimiento de la alfalfa ocurre en el rango de los 5 a 30 °C, con un óptimo entre los 15 y 25 °C de temperatura promedio durante el día y de 10 a 20 °C durante la noche. Por otro lado, Brown y Radcliffe, citados por Quiroga (2013), establecen que el rango de 25 a 30°C como la temperatura óptima para el crecimiento de la alfalfa.

La producción del cultivar Estanzuela Chaná con un manejo frecuente en promedio es 6,3 toneladas por hectárea acumulado en 3 años, siendo inferior a Pergamino y Crioula pero con manejos livianos produce 18,6 toneladas por hectárea siendo similar a los demás cultivares (Carámbula, 2002).

La inclusión de alfalfa en una mezcla con festuca y trébol blanco posibilitó la obtención de mayores rendimientos en comparación a la misma mezcla, pero en vez de

alfalfa se incluyó *Lotus corniculatus*, la mayor producción de la primera mezcla se dio en todos los años y fue mayor a medida que aumentó la edad de la pastura debido a la mayor persistencia que presenta la alfalfa en relación a las otras leguminosas (Formoso, 2000).

Una alfalfa que pueda desarrollar al máximo su raíz principal en caso de sequía, mientras que trébol rojo y lotus disminuyen su crecimiento dado su menor desarrollo radicular, la alfalfa continúa creciendo por su capacidad de extraer agua a mayor profundidad (Formoso, 2000).

El cultivar utilizado fue Estanzuela Chaná, éste fue seleccionado por persistencia, se caracteriza por plantas de porte erecto y tallos largos, de coronas grandes, es de reposo invernal corto. No presenta una importante tolerancia a podredumbre de raíz en el primer año, pero presenta una excelente precocidad y vigor de plántulas que determinan un alto rendimiento en el primer año. Produce el 50% del total del forraje en verano que puede permitir 6 cortes al año. Se destaca por un buen comportamiento frente a enfermedades foliares. Puede obtener sus máximos rendimientos si se respeta la acumulación de reservas para el rebrote (Rebuffo, 2000).

Para un ensayo de evaluación de cultivares hecho en INIA La Estanzuela entre 1993 y 1998 se presenta que para una alfalfa cultivar Chaná produjo 8,7 toneladas MS por hectárea promedio para los años, no presentando diferencias significativas con los demás cultivares. Para el segundo año Chaná produjo 13,6 toneladas MS por hectárea siendo superada solamente por el cultivar Victoria sp INTA por un 10%. En el tercer año Chaná produjo 10,3 toneladas MS por hectárea sin diferencias significativas con el resto de los cultivares. Durante el cuarto año Chaná produjo 8,3 toneladas MS por hectárea sin diferencias significativas. Los datos de producción aportados corresponden a un promedio de varios años de evaluación. La producción acumulada en los 4 años es de 38,2 toneladas MS por hectárea para el cultivar Chaná sin tener diferencias significativas con los demás cultivares (Labandera, 2000).

2.1.4 *Trifolium pratense*

Es una especie bianual pudiéndose comportar como trianual y también como perenne, es de ciclo de producción invernal y hábito de crecimiento erecto (Carámbula, 2002). Proveniente de regiones templadas a subárticas con un crecimiento aéreo muy ramificado, semierecto o trepador que crece a partir de corona y una raíz pivotante (Carámbula 1977, Smetham 1981a).

Prefiere suelos fértiles bien drenados con buena capacidad de retención de agua, de texturas medias a pesadas. Tolera mejor que la alfalfa suelos de baja fertilidad,

más ácidos y es más resistente a la sequía que el trébol blanco y menos que la alfalfa (Carámbula 1977, 2002, Smetham 1981a).

Debe sembrarse temprano en el otoño ya que las plántulas son sensibles al frío, además presenta un buen vigor inicial y rápido establecimiento (Carámbula 1977, 2002).

Según varios autores neozelandeses el trébol perdura tres o cuatro años en praderas mixtas, la baja persistencia se debe a la susceptibilidad que presentan a enfermedades causadas por hongos y podredumbre del trébol (Smetham, 1981a).

En trébol rojo entre 7 y 43% de las plantas sobrevivieron el segundo año dependiendo de la variedad, las enfermedades de raíz y corona fueron la causa principal de mortalidad (Altier, 1996).

Esta especie en general no tolera el pastoreo intenso y frecuente, un pastoreo intenso reduce el rendimiento siendo opuesto a lo que es el trébol blanco. El pastoreo prolongado y frecuente provoca la muerte de plantas dado que se agotan las reservas de las mismas y a la destrucción física de las coronas por el pisoteo (Smetham, 1981a). En un ensayo realizado por INIA se determinó que un manejo frecuente de la pastura generó una depresión en la producción del 30% (700 kg MS/ha). Durante la primavera el aumento de la frecuencia de corte hizo que disminuyera la producción desde 7,6 a 4,1 toneladas de MS por hectárea (Formoso, 1996).

Presenta una alta capacidad fijadora de nitrógeno y un alto valor nutritivo, aunque presenta un alto riesgo de meteorismo. Se adapta muy bien en la conformación de mezclas tanto con gramíneas perennes como anuales (Carámbula, 2002).

Es recomendable sembrarla en mezcla con raigrás tanto anual como perenne y así se controla mejor el alto poder meteorizante de esta especie (Muslera y Ratera, citados por Carámbula, 2002).

Esta especie puede ser clasificada según su fecha de floración, en primer lugar están las de floración temprana que presentan un crecimiento temprano en la primavera, después las de floración intermedia que florecen dos semanas después y su producción es más tardía, y floración tardía que florecen un mes después que los primeros presentando un crecimiento primaveral más tardío (Carámbula, 2002).

El cultivar utilizado es Estanzuela 116, fue seleccionado a través de materiales de Nueva Zelanda, es de tipo sin latencia invernal, de porte erecto, floración temprana con destacada adaptación al pastoreo. Presenta una mayor productividad que los cultivares con latencia teniendo un pico de producción en noviembre. La producción del segundo verano está condicionada por la incidencia de podredumbres radiculares, altas temperaturas y déficit hídricos lo que causa una reducción en el número de plantas. Se

recomienda en mezclas con especies de rápido crecimiento y ciclo corto como cebadilla y achicoria (Ayala et al., 2010).

En un ensayo realizado en el año 2014 en INIA el cultivar Estanzuela 116 presentó una producción de 10,5 toneladas MS por hectárea en 4 cortes realizados, no presentando diferencias significativas con el resto de los cultivares. Durante el segundo año de la pastura este cultivar produjo 12,8 toneladas MS por hectárea siendo superior a todos los demás en 6 cortes realizados (INASE e INIA, 2016).

En otro ensayo realizado en el año 2012 en INIA, este cultivar produjo en su primer año 7,5 toneladas MS por hectárea, siendo superado por los cultivares Estero 7691 y Estero 2374 por un 10%, no presentando diferencias significativas con la mayoría de los cultivares (INASE e INIA, 2013).

2.2 MEZCLAS FORRAJERAS

"Una mezcla forrajera es una población artificial formada por varias especies con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas..." (Carámbula, 2002).

En una mezcla de distintas especies se pueden generar distintos tipos de interferencias, como, por ejemplo, mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio o ausencia de interferencia (Carámbula, 2002).

En esta mezcla forrajera se pueden incluir distintas especies de gramíneas y leguminosas, siendo uno de los objetivos más importantes obtener el máximo rendimiento de materia seca por hectárea y al mismo tiempo obtener los beneficios que presentan tanto las leguminosas como las gramíneas (Carámbula, 1977).

Para evitar que en una mezcla exista la menor interferencia posible y se genere una mayor eficiencia se deben tener en cuenta algunas pautas como sistemas radiculares de diferente profundidad y extensión, crecimiento aéreo distribuido en distintos horizontes, exigencias contrastantes de nutrientes, demanda similar en grado de fertilidad de suelo, requerimientos de manejo de pastoreo similares (Carámbula, 2002).

2.2.1 Importancia de las mezclas

Las gramíneas como componente importante de una mezcla presentan una serie de características como por ejemplo productividad sostenida en el tiempo, adaptación a gran variedad de suelos, utilización del nitrógeno simbiótico, estabilidad en la pastura, baja sensibilidad al pastoreo y a la invasión de malezas. Por otro lado, las leguminosas son fijadoras de nitrógeno, y presentan alto valor nutritivo (Carámbula 1977, 2002). Es

por esto que el objetivo es lograr una mezcla bien balanceada de gramíneas y leguminosas a razón de un 70 % de las primeras y 30% las segundas (Carámbula, 2002).

En una mezcla las distintas especies compensan su crecimiento frente a distintos factores de clima, suelo y manejo y de esta forma mantienen el rendimiento de forma estable en el año ya también se alarga el período de productividad de la pastura, características que le otorgan adaptación al pastoreo (Carámbula 1977, 2002).

Los animales que se encuentran pastoreando mezclas consumen mayor cantidad en comparación a animales pastoreando en pasturas puras y además muestran mayor apetecibilidad del forraje (Carámbula, 2002).

2.2.2 Componentes de las mezclas

Algunos autores afirman que no hay evidencias de que las mezclas presenten mayores rendimientos que las mismas pasturas puras (Rhodes, citado por Carámbula, 2002). Aunque otros autores afirman que una mezcla de especies es más eficiente en la utilización de los recursos que las mismas sembradas de forma individual (Jones et al., Harris y Lazenby, Rhodes, citados por Santiñaque y Carámbula 1981, Carámbula 2002).

Al momento de elegir las especies presentes en la mezcla no solo interesa obtener los máximos rendimientos individuales sino también el menor enmalezamiento y el mayor valor nutritivo de la pastura con una producción balanceada en el tiempo (Carámbula, 2002).

Según Cooper y Tainton, citados por Santiñaque y Carámbula (1981) la alta intensidad de luz y temperatura genera un efecto negativo en el macollaje de especies templadas teniendo un efecto en el crecimiento. Este efecto hace que mezclas conformadas por especies invernales sean invadidas por malezas estivales (Santiñaque y Carámbula, 1981). Esto reduciría la persistencia de las especies productivas a dos o tres años (Kleinschmidt, Jones et al., Castro y Escuder, Harris y Lazenby, citados por Santiñaque y Carámbula, 1981). Cuando se parte de niveles iniciales altos de gramilla, se observa que ya en el tercer año de una pastura una depresión en su producción de un 67% cuando se siembra en directa (Formoso, 2012).

Santiñaque y Carámbula (1981) observaron en una evaluación de rendimiento de mezclas invernales, estivales y complementarias una diferencia significativa a favor de las mezclas de ciclos complementarios. Con respecto a la estacionalidad, las mezclas complementarias presentaron mayores rendimientos a las mezclas invernales durante la primavera y verano. La misma mezcla complementaria formada por festuca, trébol blanco, *Paspalum dilatatum* y lotus en comparación con las mezclas estivales e invernales formadas por las mismas especies pero separadas por ciclo, se observó un

mayor rendimiento en la complementaria. Esto se debe a que la mezcla invernal se ve disminuida la producción durante el verano permitiendo la entrada de malezas.

Harris y Lazenby (1974) demuestran que es posible obtener mayores rendimientos en mezclas de especies con distinto ciclo de crecimiento.

Las mezclas se pueden clasificar en ultra simples, simples y complejas, las primeras están formadas por una gramínea y una leguminosa, ambas del mismo ciclo ya sean invernales o estivales, las simples están formadas por una mezcla ultra simple más otra especie de ciclo complementario y las complejas pueden ser varias gramíneas y leguminosas de igual o distintos ciclos (Carámbula, 2002).

A causa de distintas condiciones de suelo, fertilidad y pastoreo se puede generar dominancia de ciertas especies afectando a otras llevando en muchos casos a la formación de cultivos puros o mezclas ultra simples y de esta forma la producción va a estar condicionada por la especie resultante perdiéndose el objetivo de la siembra en mezclas. Se debe destacar también que mezclas simples y ultra simples pueden presentar baja producción de forraje en determinada época del año causando un posterior enmalezamiento (Carámbula, 2002).

Según Carámbula (2002) las mezclas formadas por trébol rojo y raigrás presentan altos rendimientos al primer año, pero el segundo y tercer año es variable y depende de los cultivares utilizados. Estas mezclas se comportan de forma inestable con respecto a composición botánica y calidad de forraje dependiendo de cuál sea la gramínea que acompaña, en suelos pobres el trébol rojo domina a las gramíneas y en suelos fértiles la mezcla puede ser mejor balanceada. El trébol rojo sembrado con raigrás durante el primer año domina la gramínea, pero el trébol se impone al segundo año. Pero en siembras de trébol rojo con gramíneas de mayor duración, el trébol domina el primer año, pero se revierte la situación en el segundo (Scheneiter, citado por Carámbula, 2002).

El raigrás anual presenta una mayor capacidad de crecimiento que las leguminosas, esto determina que exista un efecto competitivo en las mismas, siendo mayor a altas densidades de la gramínea. En casos de raigrás de ciclos largos, estos presentan muy altas tasas de crecimiento durante la primavera, que en mezclas con leguminosas, estas se debilitan para entrar al verano asociado también a un menor crecimiento radicular quedando susceptibles a morir (Formoso, 2012). Teniendo en cuenta que el raigrás perenne se asemeja en producción durante el primer año a un raigrás de ciclo anual en buenas condiciones (Betín, citado por Agustoni et al., 2008).

En el caso de alfalfa la presencia de una gramínea perenne puede generar incrementos de entre 10 y 20% en la producción de forraje (Carámbula, 2002). Aunque Kloster et al., citados por Otondo et al. (2008) afirman que esta leguminosa asociada a

gramíneas templadas quizás no contribuya a aumentar la producción de forraje pero mejora la curva de oferta de forraje invernal respecto a la alfalfa pura. A su vez Otondo et al. (2008) observaron en un ensayo de una mezcla de alfalfa y gramíneas perennes que la alfalfa durante la primavera aportó el 50% de la producción total aumentando a 60-70% durante el verano y 20-30% durante el invierno. Con respecto a las gramíneas, en este caso *dactylis* y *bromus*, estas no superaron el 20% del aporte total durante la primavera debido al crecimiento de la alfalfa, siendo un 50% durante el invierno. La inclusión de una gramínea junto a la alfalfa puede provocar pérdidas de plantas en la leguminosa siendo mayor el efecto negativo de la festuca que el del *dactylis* (Scheneiter, citado por Carámbula, 2002).

Las mezclas de alfalfa con gramíneas templadas permitieron obtener producciones de forraje de 10.000 kg/ha/año, siendo superiores a las mezclas conformadas en base a trébol rojo (Otondo et al., 2008). La mayor limitante de la mezcla alfalfa y festuca es que la composición se mantenga estable después del segundo año (Bertín y Scheneiter, 2005). Aunque existen diferencias importantes en la evolución de la composición botánica según el cultivar de festuca utilizado, variando la misma entre 30 y 50% de alfalfa (Calistro et al., 2018). Pero la calidad en términos de digestibilidad es similar a la alfalfa pura durante otoño-invierno en cambio durante la primavera y verano la alfalfa pura presenta mejor digestibilidad que la mezcla (Bertín y Scheneiter, 2005).

En mezclas con especies que presenten distinta precocidad como el raigrás anual o el trébol rojo para evitar la dominancia de estas se deben realizar pastoreos o cortes de forma adecuada (Carámbula, 2002).

Según la fertilidad del suelo se deben ajustar las especies de acuerdo a sus requerimientos para poder utilizar estos recursos de forma eficiente, en el caso de suelos fértiles es recomendable utilizar especies perennes de gran vigor como trébol blanco, trébol rojo, alfalfa o festuca y con el agregado de raigrás anual y bianual se puede aportar precocidad a la mezcla (Carámbula, 2002).

La inclusión de especies agresivas o de alto vigor inicial como raigrás, trébol rojo, o alfalfa en mezclas con especies de crecimiento lento puede ser utilizada con el fin de aumentar la producción inicial de forraje en las pasturas (Carámbula, 2002). La precocidad de la especie acompañante modifica la cantidad de luz que reciben las otras especies. El trébol rojo y la alfalfa soportan bien la sombra mientras que la festuca se ve afectado su crecimiento cuando se encuentra en competencia por luz (Carámbula, 1977). Amir y Rivero, citados por Carámbula (2002) afirmaron que una mezcla que incluía avena, el nivel de enmalezamiento fue de 24% y una mezcla con festuca alcanzó el 64%. Este efecto de las gramíneas anuales puede llegar a ser tal que puede deprimir el crecimiento de leguminosas precoces como el trébol rojo hasta un 50% (Molitermo, citado por Carámbula, 2002).

Carámbula (2002) sostiene que la inclusión de festuca y dactylis solas o en forma conjunta le otorgan a la mezcla un ciclo de producción más largo y también una mejor adaptación a diferentes suelos sumándole una mayor seguridad ante un mal manejo del pastoreo.

Generalmente en el segundo y tercer año de las mezclas las leguminosas son las predominantes y esto se debe a distintas causas como por ejemplo siembra de pasturas sobre suelos pobres o degradados con amplia historia agrícola (Carámbula, 2002). La composición de las pasturas está aparentemente relacionada con la fertilidad de los suelos, registrándose un mayor nivel del componente gramíneas en suelos más fértiles (Bautés y Zarza, citados por Carámbula, 2002). Se deben destacar una serie de factores que contribuyen a la predominancia de las leguminosas en una mezcla, por un lado la fertilidad desbalanceada a favor del fósforo, densidades de siembra alta de leguminosas, diferencias en el establecimiento entre leguminosas y gramíneas, bajos niveles de nitrógeno disponible para gramíneas, mayor capacidad de la leguminosa para germinar con baja humedad. Por otro lado existen factores de manejo que generan cambios en los componentes de la mezcla como defoliaciones frecuentes o dosis bajas de nitrógeno (Carámbula, 2002).

Con respecto al enmalezamiento de las mezclas, la velocidad e intensidad con que este proceso ocurre dependen básicamente de cuáles son las especies que la componen. Por ejemplo, en el caso de que la mezcla tenga especies anuales, esta va estar más infestada, mientras que si los componentes son más perennes este problema es menor. Cuanto más largo es el período de reposo de la especie mayor es el riesgo de enmalezamiento, por otro lado, veranos secos promueven un mayor enmalezamiento en las mezclas que están formadas por especies invernales (Carámbula, 2002). Santiñaque y Carámbula (1981) concluyeron que especies estivales en la mezcla ocupan el lugar de las malezas durante el verano aumentando la producción estival y también la persistencia de la pastura.

2.3 EFECTOS DEL PASTOREO

2.3.1 Aspectos generales

Durante el año ocurren en las plantas cambios morfofisiológicos y también en las poblaciones cambios que incluyen la composición botánica y la estructura del tapiz, afectando de esta manera no solo la producción de forraje sino la calidad (Carámbula, 2003)

"La necesidad de ofrecer a los animales, el mayor volumen de forraje con el mayor valor nutritivo durante el mayor tiempo posible del año, exige que se realicen en

cada estación manejos dirigidos a lograr dicha meta de la manera más eficiente. Para ello se deberá tener en cuenta las condiciones ambientales prevalentes y los parámetros involucrados, pero por sobre todas las cosas, muy claros los objetivos del manejo a aplicar..." (Carámbula, 2003).

Es primordial que la mayor cantidad de alimento producido sea comido por el animal en pastoreo, esto refiere a hacer un uso eficiente de la pastura. Esto implica la combinación exitosa de dos sistemas biológicos (plantas y animales) tratando de obtener el mejor uso del forraje producido sin perjudicar a la pastura (Smetham, 1981b).

El objetivo será que las plantas mantengan áreas foliares adecuadas para el proceso de fotosíntesis, acumulación de sustancias de reservas y actividad radicular y que estos procesos ocurran de forma eficiente. Si esto ocurre se podrá realizar un uso intensivo de la pastura durante todo el año (Carámbula, 2003).

El manejo inadecuado del pastoreo en términos de frecuencia, intensidad y duración genera una disminución de la productividad invernal y anual, así como en la persistencia de las plantas forrajeras. Estas pueden disminuir su producción de 50 a 80% si son manejadas de forma incorrecta durante la primavera-verano-otoño (Formoso, citado por Carámbula, 2003).

Las estrategias de manejo relacionadas a intensidad y frecuencia tienen influencia directa sobre la composición botánica, rendimiento y calidad de las especies forrajeras (Velasco et al., 2005). Estas variables de manejo también se asocian al índice de área foliar residual y el balance de reservas de carbohidratos, que afectan la tasa de crecimiento, materia seca acumulada, densidad y peso de tallos, tasa de aparición y muerte de los mismos (Garduño et al., 2009). Además la intensidad y frecuencia de corte modifica la cantidad de meristemas refoliosos y los niveles de energía disponible por los mismos (Formoso, 1996).

2.3.2 Parámetros que definen el pastoreo

2.3.2.1 Intensidad

La intensidad definida por Chilbroste et al. (2008) como la diferencia entre la altura del forraje a la entrada del pastoreo y la altura del forraje a la salida del mismo.

Chilbroste et al. (2008), en un experimento observaron que pastoreos realizados a mayor altura (nueve o doce) produjeron mayor cantidad de forraje en comparación con alturas de tres o seis centímetros. Brougham (1956), Fulkerson y Slack (1995), afirman que pastoreos muy intensos generan una menor tasa de crecimiento de la pastura que pastoreos menos intensos. A su vez Saldanha et al. (2012) observaron en un

ensayo que a altas ofertas de forraje es posible mantener una alta productividad y estabilidad de la pastura. También señaló que a mayor intensidad de pastoreo, la cantidad de macollos fueron menores y también el número de plantas (Saldanha et al., 2010).

A fines de primavera y verano además de realizar pastoreos con una frecuencia correcta, se deben evitar los pastoreos muy intensos ya que estos deprimen el vigor de las plantas forrajeras templadas. Los remanentes no muy bajos durante el verano posibilitan a la pastura a ejercer competencia contra las malezas (Carámbula, 2003).

Según Formoso (2000) en referencia a la alfalfa, desde el punto de vista productivo y de persistencia considera adecuado un remanente pos pastoreo de 5 centímetros de altura.

2.3.2.2 Frecuencia

El estado de desarrollo o altura a la que se encuentra una pastura para ingresar los animales a pastoreos es lo que se define como frecuencia de corte o pastoreo. Entre los parámetros intensidad, duración del pastoreo y frecuencia, éste último es el más importante en determinar la productividad y persistencia de las especies (Formoso, 2000).

El acceso más frecuente a una franja nueva determina una digestibilidad más homogénea y estable del forraje consumido durante el período de pastoreo además de posibilitar una mejor utilización del mismo (Fernández, 1999).

Según Formoso, citado por Carámbula (2003), cuando la frecuencia de defoliación de una pastura se determina a partir de una acumulación de forraje de 1,5 a 2 t/ha durante primavera-verano-otoño se obtienen los mayores rendimientos anuales y mejorando además la persistencia productiva. Por otro lado una frecuencia de pastoreo determinada por una acumulación de 0,5 a 1 t/ha reduce la productividad y persistencia de la pastura, aumentando el grado de enmalezamiento.

El pastoreo poco frecuente generó un aumento en la producción de materia seca anual en un 35% con respecto a un pastoreo más frecuente. Además el pastoreo frecuente redujo la supervivencia de raigrás (Pineiro y Harris, 1978). Smetham (1981b) también sostiene el aumento del rendimiento en materia seca con pastoreos menos frecuentes, aunque para el caso de mezclas de gramíneas vigorosas y tréboles, estos últimos pueden verse deprimidos con descansos prolongados.

Velasco et al. (2005), observaron en un experimento que una frecuencia de pastoreo de 4 y 6 semanas permite obtener una mayor acumulación de forraje en

comparación con una frecuencia de 2 semanas. Aunque la digestibilidad de la materia orgánica disminuye al aumentar la frecuencia de corte. Smetham (1981b) sostiene que la calidad medida en cantidad de hojas depende de la frecuencia de pastoreo, registrando un aumento en la cantidad de hojas en cortes semanales en comparación con cortes mensuales.

Con defoliaciones frecuentes, la pastura no alcanza el índice de área foliar óptimo por lo tanto se genera una alta relación rojo/rojo lejano resultando en plantas de hojas cortas y con alta densidad de tallos (Mazzanti, Lemaire, citados por Velasco et al., 2005).

Formoso (2000) afirma que aumentos en la frecuencia de pastoreo generan menores niveles de reservas en leguminosas y también menor tamaño de raíces, causando menores capacidades de crecimientos y rebrotes más lentos. Si este proceso se agrava las plantas se debilitan, quedando susceptibles al ataque de enfermedades y riesgo de muerte.

2.3.3 Efectos sobre la fisiología de las especies que componen la mezcla

La selección que realizan los animales durante el pastoreo genera cambios en las relaciones de competencia entre las especies en desmedro de las más productivas y fomentando las de menor valor nutritivo (Zanoniani, 1999). La defoliación genera una disminución instantánea de la actividad fotosintética y con esto el nivel de energía disponible para la planta (Simpson y Culvenor, citados por Formoso, 1996). Se necesita un período de descanso entre dos pastoreos con el objetivo de recuperar área foliar, que se realicen correctamente los procesos de fotosíntesis y que se distribuyan los asimilados entre los órganos de la planta (Zanoniani, 1999).

La respuesta que presenta una pastura al manejo de defoliación está condicionada por la estructura morfológica, la condición fisiológica y las capacidades de ajuste y readaptación morfofisiológicas al tipo de manejo utilizado (Formoso, 1996). Por lo tanto es cierto este efecto varía entre gramíneas y leguminosas ya que estas últimas, a igual área foliar remanente interceptan más luz que las gramíneas debido a la disposición de las hojas y por esto se recuperan más fácilmente (Carámbula, 1977).

Cuando las plantas son defoliadas, la mayor prioridad apunta hacia maximizar la velocidad de refoliación utilizando de forma eficiente la energía remanente (Chapín et al., Richards, citados por Formoso, 1996).

La defoliación reduce la capacidad fotosintética de las plantas e interrumpe el suministro de carbohidratos (Chapman y Lemaire, citados por Cullen et al., 2006). Según como sean los pastoreos, en términos de intensidad, frecuencia y tipo de tejido

eliminado, es lo que determina cómo será la recuperación de la planta (Richards, citado por Cullen et al., 2006). La eliminación de los brotes de tejidos meristemáticos retrasa el restablecimiento del área foliar debido a que debe crecer desde yemas axilares (Briske, citado por Cullen et al., 2006). Cuando se realiza una defoliación se generan cambios internos en los procesos fisiológicos, en este sentido se priorizan y estimulan los meristemas más eficientes energéticamente en desarrollar el área foliar (Formoso, 1996). Las yemas apicales en el momento de alargamiento de entrenudos generan un efecto depresivo sobre el proceso de macollaje, este efecto se puede anular con un pastoreo severo al eliminar estas yemas posibilitando ampliar la temporada de pastoreo (Carámbula, 1977).

Un criterio de defoliación posible es el enfoque morfogénético y se basa en que bajo condiciones óptimas de nutrición el crecimiento de la pastura es modelado por la temperatura a través de la tasa de aparición de hojas. Entre los factores del ambiente, la temperatura es el factor en el cual las plantas responden de forma instantánea (Scheneiter, 2018). La tasa de elongación foliar y la tasa de aparición foliar aumentan proporcionalmente con la temperatura, de forma exponencial (Colabelli et al., 1998). En el caso de la festuca se considera que una nueva hoja se expande cada 200 °C días y que cada macollo de esta especie tiene 2,5 hojas, por lo tanto, cuando un macollo es defoliado, luego de 500-600 °C comenzará la senescencia del mismo. En consecuente Scheneiter (2018) afirma que bajo las temperaturas de INTA Pergamino, para obtener alta productividad de la festuca debería defoliarse entre 7 y 9 veces al año. Colabelli et al. (1998), por otro lado afirman que para raigrás cada 11 días aparece una nueva hoja, o sea que por ejemplo a una temperatura de 10 °C aparece una hoja cada 11 días y para el caso de la festuca es cada 23 días. En consecuencia, la senescencia en raigrás empieza a ocurrir cerca del mes y en festuca a los 55-60 días.

La maximización de la velocidad de defoliación se sustenta en un factor morfológico, el número de meristemas defoliados, y en otro fisiológico, la disponibilidad de energía para los mismos, que determinan las tasas de rebrote (Formoso, 1996). A medida que avanza la defoliación, llega un punto en el que se generan las máximas tasas de crecimiento en materia seca, se alcanza el índice de área foliar óptimo y se intercepta el 90% o más de la radiación fotosintéticamente activa (Formoso, 1996). El tiempo transcurrido hasta alcanzar este IAF óptimo es dependiente entre varios motivos, de la altura a la cual la pastura ha sido previamente pastoreada (Smetham, 1981b).

La capacidad de una planta de hacer frente a la defoliación se le denomina resistencia o tolerancia a la defoliación. Los mecanismos por el cual esta tolerancia es posible son por ejemplo retención de meristemas, remobilización de carbohidratos, reservas de nitrógeno y distribución de los recursos entre los órganos de la planta (Cullen et al., 2006). Esto conduce a un aumento en las tasas fotosintéticas, mayor vida útil de las hojas y mayores tasas de crecimiento relativo (Richards, citado por Cullen et

al., 2006). Las reservas de carbohidratos almacenadas son importantes durante los primeros días de rebrote, posteriormente los fotosintatos son los más relevantes en el rebrote (Donaghy y Fulkerson, 1998). Al disminuir de forma importante las sustancias de reservas, la defoliación puede causar grandes problemas en la aparición de hojas (Carámbula, 1977).

Jameson, Davidson y Milthorpe, citados por Carámbula (1977), afirman que la defoliación no solo tiene un efecto negativo en el sistema radicular sino que también una disminución en la absorción de nutrientes.

En un ensayo realizado con festuca y raigrás perenne, Cullen et al. (2006) afirman que estas especies presentan adaptaciones morfológicas que aportan tolerancia a la defoliación, siendo el raigrás la menos tolerante. En esta especie, en un ensayo realizado por Donaghy y Fulkerson (1998), se demostró que el proceso más sensible a la defoliación fue el macollaje. El rebrote de la raíz fue moderadamente sensible y el rebrote de hojas insensible al agotamiento de las reservas de carbohidratos (Cullen et al., 2006). Para el caso de la festuca Carámbula (1977) afirma que un manejo intensivo durante el verano, sumada la carencia de órganos apropiados para acumular grandes volúmenes de reservas puede provocar un déficit en la acumulación de las mismas afectando el rebrote durante el otoño. En ambientes favorables para el crecimiento, en el caso de la alfalfa, el área foliar remanente no afectaría en forma sensible la velocidad de rebrote.

Un intervalo de defoliación inferior a la VMF determina una disminución en el porcentaje de carbohidratos solubles que afecta la tasa de elongación foliar, esto asociado a una menor densidad de macollos genera una disminución en la radiación interceptada lo cual resulta en una disminución de la productividad (Berone et al., 2005).

2.3.4 Efectos del pastoreo sobre aspectos de la pastura

2.3.4.1 Efectos sobre la producción de materia seca

El crecimiento inicial de una plántula o su rebrote luego de un pastoreo o corte, sigue una curva sigmoide. En ella se distinguen tres etapas, una primera etapa es de crecimiento lento, una etapa intermedia de crecimiento rápido y una etapa final de escaso crecimiento (McMeeckan, citado por Carámbula, 2004).

Los períodos de tiempo en los que transcurren cada una de estas tres etapas son variables según la estación del año, este período puede ser el doble en invierno y verano que en primavera y otoño para producir la misma cantidad de forraje (Carámbula, 2004).

Los tiempos de descanso demasiado cortos o que abarquen solo la primera etapa resultan en una baja producción de forraje. Por el contrario, cuando el tiempo de descanso es más largo y se permite crecer la pastura hasta la etapa intermedia se logra una mayor productividad de la pastura. Esto indica que con un pastoreo luego de la etapa intermedia se logra el mejor balance entre la presencia de muchas hojas con alta capacidad fotosintética, una defoliación que permite un adecuado consumo de los animales y un porcentaje bajo de material senescente (Carámbula, 2004).

En teoría se podrían obtener los máximos rendimientos anuales de forraje permitiendo a las pasturas crecer repetidamente, sin interrupción y cosechando antes de que la velocidad de acumulación de materia seca disminuya o se detenga. Esto sería posible 2 a 3 veces por año y tendría la ventaja de que la pastura crecería a una tasa máxima durante el mayor tiempo posible. Pero este no es el manejo empleado en la realidad, esto es porque existen dos serios inconvenientes, primero la baja digestibilidad de forraje en un estado avanzado de crecimiento que compromete el consumo de los animales y segundo, intervalos prolongados entre cortes, mayores de 9 semanas, ocasionaría una supresión severa y permanente del componente leguminosa (Smetham, 1981b).

Para obtener el máximo rendimiento de una pastura es más importante someter a la misma a un pastoreo intenso y bajo, dejando un mínimo de rastrojo, y preservando al mismo tiempo un intervalo prolongado entre períodos de pastoreo, en vez de tratar de dejar una cantidad importante de hojas residuales después de cada período de pastoreo. Existen una serie de factores que contribuyen al menor rendimiento cuando el rastrojo es alto, primero el rastrojo consiste en material vegetal más viejo, de menor eficiencia fotosintética. Segundo que el material vegetal muerto o senescente del rastrojo intercepta y absorbe de forma inútil energía luminosa, sombreando las hojas verdes y reduciendo la tasa de rebrote. La iniciación de macollos también se enlentece mediante este sombreado (Smetham, 1981b).

En un ensayo realizado por Chilibroste et al. (2005) en una pastura de festuca con carga alta y baja, se observó una disminución de la tasa de crecimiento con el incremento de la carga. Lo cual estaría explicado por el efecto de intensidad de pastoreo (Lemaire y Chapman, citados por Chilibroste et al., 2005).

2.3.4.2 Efectos sobre la utilización de forraje

La eficiencia de utilización de forraje es la proporción de la producción bruta de tejido vegetal que es removido por los animales antes de pasar a estado senescente (Chapman y Lemaire, citados por Lemaire y Agnusdei, 2000).

Esta eficiencia depende del consumo por hectárea que logren realizar los animales, lo que está directamente relacionado con la presión de pastoreo (carga animal en un instante dado) y ha sido señalado como el factor de mayor peso relativo sobre la producción animal (Escuder, 1996).

Smtham, citado por Escuder (1996), indica que un aumento en la presión de pastoreo acarrea un aumento en la eficiencia de cosecha del forraje, pero esto también implica una disminución en el IAF, consecuentemente una menor intercepción de la radiación y por lo tanto la eficiencia de producción de forraje disminuye. En una pastura con un IAF alto, el crecimiento y fotosíntesis se mantiene cercanos al valor máximo, pero esto implica una muy baja eficiencia de utilización, aumentando las pérdidas por senescencia. Pastoreos intensos determinan una menor selectividad animal y maximiza la utilización de la pastura la cual está limitada por la distribución vertical del forraje (Saldanha, 2005).

En un ensayo realizado en INIA por Rovira (2005) con novillos Hereford de 317 kg a distintas asignaciones de forraje, 15, 9 y 5% la utilización tendió a disminuir a medida que aumentaba la asignación, 50,52 y 68% respectivamente dejando remanentes de 1471, 2220 y 2709 kg/ha respectivamente.

2.3.4.3 Efectos sobre el rebrote

Las plantas para soportar o resistir el efecto del pastoreo tienen diferentes estrategias, para evitar el pastoreo poseen mecanismos como disminución de la accesibilidad y en la palatabilidad que reducen la probabilidad que la planta sea defoliada, y mecanismos que facilitan el rebrote luego de una defoliación, por ejemplo una rápida reposición de hojas. La capacidad de sobrevivencia de las especies luego del pastoreo resulta de una combinación de estrategias (Escuder, 1996).

El rebrote de la pastura depende de: si hay o no eliminación del meristema apical, del nivel de carbohidratos en el remanente y del área foliar remanente junto a su eficiencia fotosintética (Escuder, 1996).

Booyesen y Nelson, citados por Escuder (1996), realizaron un experimento con *Festuca arundinacea* evaluando como el nivel de carbohidratos y defoliación afectan el rebrote posterior. Los tratamientos fueron plantas con altos niveles de carbohidratos y baja área foliar en comparación con plantas de bajos niveles de carbohidratos y alta área foliar. Los resultados mostraron que para el rebrote fue más importante el área foliar que el nivel de carbohidratos.

La frecuencia e intensidad de pastoreo son las variables más importantes que determinan el comportamiento morfológico y productivo de las plantas. Estos se

relacionan con el índice de área foliar residual y el balance de reservas de carbohidratos, que afectan la tasa de crecimiento, densidad y peso de los tallos (Garduño et al., 2009).

Luego de una defoliación se reduce la disponibilidad de fotoasimilados en los tallos, que crea un desbalance entre fuente y demanda, modificando las prioridades de asignación de C y N, que se dirigen preferentemente al crecimiento de componentes aéreos (Garduño et al., 2009).

Es cierto que el efecto causado por las defoliaciones varía con la intensidad de las mismas, y también 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 las hojas y como consecuencia se recuperan más rápidamente. Dentro de las gramíneas también es posible encontrar una ventaja para los tipos postrados en comparación con los erectos (Carámbula, 2004).

Cuanto más frecuente e intensa sea la defoliación menor área foliar remanente poseerá una pastura y menos sustancias de reserva se podrán acumular. Es por esto la importancia que las plantas entren a los períodos de estrés, reposo o latencia (invierno o verano según ciclo), con un nivel adecuado de sustancias de reserva, ya que una defoliación severa antes de dichos períodos puede afectar la supervivencia y el rebrote cuando se presenten nuevamente condiciones favorables para el crecimiento (Carámbula, 2004).

La defoliación no solamente ejerce efectos depresivos sobre la producción de hojas de cada tallo o macolla, sino que también afecta el proceso de macollaje provocando una disminución en la velocidad de aparición de macollas. Además de que para la formación de macollas se requiere mayores cantidades de sustancias que para la formación de hojas (Carámbula, 2004).

Brown y Blaser, citados por Carámbula (2004), sostienen que al comienzo de un rebrote las sustancias de reserva no se acumularían si las condiciones son favorables para un crecimiento rápido. Pero por el contrario si el crecimiento disminuye por temperaturas bajas, niveles deficientes de humedad del suelo o carencia de nitrógeno, la acumulación de sustancias puede ser rápida aún a valores bajos de área foliar. Por eso se puede decir que la intensidad y frecuencia de defoliación tiene diferentes efectos según sean las condiciones ambientales en que se realizan y que éstas, en último término serían el factor crítico que afectaría las cantidades de sustancias de reserva.

2.3.4.4 Efectos sobre la composición botánica

La composición deseable de una pastura depende principalmente de las especies que componen la misma. Generalmente en los primeros años de la pastura

tienden a dominar las leguminosas, luego esto se revierte y empiezan a dominar las gramíneas. Esto genera un decremento en la producción animal causado principalmente por una disminución en el consumo, debido a que cuando dominan las leguminosas el consumo por lo general aumenta por su mayor valor nutritivo (Carámbula, 2004).

Cuando en una pastura se combinan especies de diferentes grados de apetecibilidad, la selectividad impuesta por los animales puede afectar de forma importante la composición botánica, causando la desaparición de las especies más apetecidas (Carámbula, 2004).

La defoliación puede ser una herramienta y eficiente para atener el equilibrio entre las especies que componen una pastura establecida. Su influencia se da sobre la disponibilidad de luz para las diferentes plantas que componen la mezcla. Esto es porque la eficiencia de utilización de la luz varía entre las distintas especies dependiendo de la arquitectura de la planta, del hábito de crecimiento y de la disposición de las hojas. A valores iguales de índice de área foliar, las leguminosas interceptan mayores cantidades de luz que las gramíneas, es por esto que en manejos de pastoreo poco frecuentes la competencia por luz ejercida por las gramíneas sobre las leguminosas es muy importante en primavera, mientras que en invierno esto se revierte y la menor cantidad de luz favorece a las leguminosas y se transforma en una limitante para las gramíneas (Carámbula, 2004).

Existe una interacción ente la defoliación y la fertilidad, de manera que en general con pastoreos frecuentes y dosis bajas de nitrógeno se impide que la población de leguminosas de una pradera se vea disminuida, pero con pastoreos poco intensos y dosis más elevadas de nitrógeno provocan un desequilibrio, provocando un decremento de las leguminosas en la pradera al ser la misma dominada por las gramíneas (Carámbula, 2004).

El efecto del método de pastoreo y la variación en frecuencia o intensidad de defoliación puede interactuar con el mayor o menor crecimiento estacional de las especies que componen la pastura. Si la especie considerada está en activo crecimiento, un pastoreo intenso y frecuente resulta en una disminución de su capacidad competitiva frente a otras especies que soportan el pastoreo en forma latente o con una menor tasa de crecimiento (Escuder, 1996).

Casgrove, citado por Escuder (1996) observó que un pastoreo frecuente a una pastura de entre 10 y 12 cm de altura, disminuyó en 50% la producción de trébol rojo pero incremento en 60% la producción de raigrás en primavera, en relación a otra pastura de igual composición inicial pero pastoreada a una altura de entre 15 y 20 cm.

2.3.4.5 Efectos sobre la morfología y estructura de las plantas

El pastoreo afecta a la población de macollos presentes por metro cuadrado en una pastura. *“Desde tiempo atrás se ha sostenido que el proceso de macollaje disminuye con la intensidad de pastoreo; no obstante, cuando las condiciones ambientales son favorables, éste en general afecta poco dicho proceso...”* (Carámbula, 2004).

La defoliación tiene diferentes efectos sobre las plantas según sean las características morfo-fisiológicas de las mismas (Escuder, 1996). Chapman y Lemaire, citados por Escuder (1996), indican que algunas especies forrajeras tienen plasticidad fenotípica, que frente a incrementos en la presión de pastoreo modifican su morfología y la estructura de la población para mantener un crecimiento relativamente constante. Las especies de hábito erecto que pueden ser defoliadas con facilidad y casi totalmente como la alfalfa, tienen menos desarrollados estos mecanismos. Esta plasticidad fenotípica contribuye a la resistencia al pastoreo de las especies. La resistencia al pastoreo se puede dividir en dos componentes, tolerancia al pastoreo y escape al pastoreo. Los mecanismos de escape al pastoreo están compuestos por adaptaciones morfogenéticas y cambios en la arquitectura de las plantas que reducen el acceso a las mismas por los animales (Lemaire, citado por Brancato et al., 2004).

Por ejemplo Gastal y Lemaire (2015) sostienen que el tamaño y la densidad de macollos están determinados por varios componentes morfogenéticos. La defoliación afecta estos componentes dependiendo de la intensidad y frecuencia de la misma. La defoliación también tiene un efecto indirecto sobre la morfogénesis de la hoja y macollos, debido al impacto que tiene sobre la luz (relación rojo/rojo lejano). Por ejemplo, con manejos muy frecuentes las pasturas tienden a tener macollos más chicos pero mayor cantidad de los mismos (Davies, citado por Gastal y Lemaire, 2015). Por otro lado la defoliación tiene un efecto en disminuir la tasa de elongación foliar y también una disminución en la duración de la elongación de la misma (Gastal y Lemaire, 2015).

Brougham (1956) afirma que la eficiencia de la hoja (tasa de aumento del peso seco de forraje por unidad de área de hoja) estuvo muy influenciada por la intensidad de defoliación. Una pastura defoliada a 1 pulgada alcanzó el IAF crítico a los 24 días después del corte, mientras que defoliaciones a 3 y 5 pulgadas alcanzaron el IAF crítico a los 16 y 4 días respectivamente.

La plasticidad de las distintas especies puede afectar en forma muy importante la respuesta de las mismas a distintos métodos de pastoreo. El raigrás perenne tiene una plasticidad morfogenética que le permite soportar un rango muy grande de frecuencias e intensidades de defoliación. Mientras que la alfalfa, el trébol rojo, la cebadilla, no soportan defoliaciones frecuentes (Escuder, 1996).

Fulkerson y Slack, citados por Fulkerson y Slack (1995), han demostrado que el raigrás sigue un patrón exponencial de crecimiento hasta alcanzar las 3-5 hojas por macollo. Dilz, citado por Fulkerson y Slack (1995), muestra que cuando se corta el raigrás cuando este tiene 1 hoja por macollo el nuevo crecimiento fue suprimido luego de la defoliación, pero no fue así cuando se permitió que las plantas alcancen el estado de 3 hojas. En un estudio sobre raigrás perenne se evaluó el efecto de distintas frecuencias de defoliación (2, 5 y 12cm) sobre el intervalo de aparición foliar, no encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos, pero las plantas defoliadas a 2 y 5cm tomaron 3 a 4 días más para alcanzar la etapa de 3 hojas que las plantas cortadas a 12cm (Fulkerson y Slack, 1995).

Avendaño et al. (1986) trabajando sobre una pradera estudiaron el efecto de tres asignaciones de forraje diarias de (5, 10, 15% del PV) y tres períodos de descanso (21, 49 y 77 días), encuentran que las gramíneas de porte alto fueron preferidas y defoliadas en mayor grado durante el pastoreo, lo que estaría dado por su mayor aporte en los estratos superiores. La proporción de la masa total en el estrato inferior (0-5cm del suelo) vario entre 87 y 56% entre la asignación baja y alta respectivamente estando ligada a la presencia de especies de bajo porte en la baja asignación. Las diferencias observadas en estructura de la pradera son importantes cuando se compara combinaciones extremas de asignación de forraje y largo de período de descanso. Se reflejan cambios en la composición florística, expresada en términos de la relación entre especies de porte alto y especies de porte bajo, pero también muestran un cambio en la morfología de las especies. Las gramíneas de porte alto adquirieron un hábito más postrado de crecimiento a medida que los períodos de descanso se hicieron más cortos, independiente de la asignación de forraje. Ya las gramíneas de porte bajo se hicieron más postradas principalmente por respuesta a la asignación.

2.3.4.6 Efectos sobre la persistencia

Para la persistencia de una pastura es fundamental el mantenimiento de una población de plantas que sean capaces de cubrir las exigencias de producción de materia seca, especialmente en épocas críticas. En el caso de especie perennes, la persistencia debe favorecerse con un manejo de pastoreo que permita la aparición de nuevas unidades de crecimiento, mediante procesos activos de macollaje y formación de tallos, rizomas y estolones (Carámbula, 2004).

La duración de la vida útil de una pastura comienza por el manejo en su primer año. Si los pastoreos se efectúan demasiado seguidos, las pequeñas plantas no acumulan suficientes reservas y no desarrollan al máximo su sistema radicular, causando la muerte de muchas plantas cuando la humedad del suelo sea deficiente (Carámbula, 2004).

Las reservas de carbohidratos resultan determinantes a la resistencia a temperaturas frías y a las temperaturas altas al avanzar la primavera hacia el verano. Por ello cualquier manejo del pastoreo que promueva una baja acumulación de reservas conducirá a una reducción en la población de plantas (Carámbula, 2002).

Si se realizan cortes o pastoreo durante la época de floración en gramíneas perennes, se estará controlando el desarrollo de las inflorescencias y la pastura se recuperará más rápido debido a un macollaje continuo. Esto permite el crecimiento vigoroso de las macollas vegetativas y la aparición de nuevas macollas, lo que podrá asegurar la sobrevivencia de un número suficiente de ellas, necesarias para un buen rebrote y potencial de producción en los meses siguientes (Carámbula, 2002).

En un estudio realizado por Donaghy y Fulkerson (1998) en raigrás perenne afirma que una defoliación realizada en etapa de tres hojas dejando un remanente de 5 centímetros optimiza la persistencia y productividad de las plantas al permitir una reposición más rápida de la reserva de carbohidratos generando un sistema radicular más extenso y un mayor macollaje. Donde se afirma que la perennidad de esta especie depende de la capacidad de reemplazar macollos débiles (Colvill y Marshall, Marshall, citados por Donaghy y Fulkerson, 1998). Se afirma que una defoliación frecuente en raigrás perenne se asocia al agotamiento de las reservas perjudicando la persistencia de las plántulas y también afectando el macollaje (Donaghy y Fulkerson, 1998). También sostiene que una defoliación a 2,5 centímetros aumentó la proporción de raíces muertas y redujo el crecimiento de las mismas, esto también estuvo asociado a la pérdida de las plantas al arrancado por parte de los animales.

En un ensayo realizado en INIA, Ayala et al. (2018) estudiaron la sobrevivencia de macollos en una pastura de festuca durante el verano-otoño a dos intensidades de pastoreo, 3 y 10 centímetros y se constató una disminución en la sobrevivencia de macollos en el transcurso del tiempo, siendo mayor este efecto con pastoreos más intensivos.

Según Formoso (2000), la alfalfa presenta una capacidad de producción y persistencia superior a las demás leguminosas. Sin embargo para que la misma exprese su alto potencial de producción y capacidad de persistir productivamente 5 años o más, es fundamental respetar las pautas de manejo de pastoreo.

2.3.4.7 Efectos sobre la calidad

La calidad o valor alimenticio de una pastura en un momento dado no se relaciona con el volumen de forraje ofrecido, sino con el momento del ciclo de cada planta de la pastura cuando son cosechadas. Se puede decir que la calidad depende del

valor nutritivo y de la apetecibilidad de la pastura para ser consumida (Carámbula, 2004).

Cuando se trata de buscar un balance entre cantidad y calidad de forraje, se debe recordar que los rendimientos más altos de materia seca digestible se alcanzan antes que los rendimientos más altos de materia seca total, y que la calidad de una pastura depende principalmente de la etapa de crecimiento, de la relación hoja/tallo, de la cantidad de restos secos y de la composición química de las fracciones involucradas (Carámbula, 2004).

Para preservar una pastura con alta calidad nutritiva la misma debe tener una entrega elevada de material verde, bajo porcentaje de material muerto y una contribución importante de leguminosas. Las ganancias animales dependen fundamentalmente de la disponibilidad de material verde y no del total de materia seca ofrecida, debido a que el material muerto presente reduce la digestibilidad y limita el consumo de los animales por una baja aceptabilidad (Carámbula, 2004).

Según Rattray y Clark, citados por Carámbula (2004), el material muerto es consumido no solamente cuando la disponibilidad de forraje que ofrece una pastura es baja, sino además cuando por un manejo a destiempo se presentan proporciones de material vegetal muerto mezclado junto al material verde en los horizontes superiores a 5 cm. Es por esto que durante un período de pastoreo determinado, los animales se enfrentan progresivamente a una menor disponibilidad de forraje y a su vez a una menor oportunidad de seleccionar su ingesta, lo cual contribuye a aumentar el consumo de material muerto.

Según Jamieson y Hodgson, citados por Vaz Martins et al. (2003) los animales seleccionan una dieta de mayor calidad a la que se le ofrece y que la digestibilidad de la dieta consumida es mayor a medida que aumenta la disponibilidad de forraje.

Para cumplir el objetivo de preservar las pasturas con elevada calidad nutritiva, el manejo del pastoreo debe favorecer la población de leguminosas. Para optimizar la performance de estas especies se requiere un manejo flexible a lo largo del año, se recomienda que el porcentaje de leguminosas en la pastura no sobrepase el 35-40% (Carámbula, 2004).

En el corto plazo la calidad de forraje ofrecido aumenta con la intensidad de pastoreo, al disminuir la cantidad de forraje presente aunque por otro lado, en pasturas manejadas con relativa intensidad, un aumento en la carga genera una disminución en la digestibilidad del forraje consumido debido a que se imposibilita a los animales a realizar selección de forraje de mejor calidad. Mientras que en el largo plazo la calidad dependerá de si se produce o no un remplazo de las especies sembradas y de la calidad de las mismas (Escuder, 1996).

Cuando una planta de gramínea continúa creciendo luego de la emergencia de la inflorescencia, la digestibilidad puede caer hasta alcanzar valores de 60% o menos. Sin embargo el pastoreo periódico mantiene a los componentes de la pastura en un estado de crecimiento fisiológicamente joven. A causa de los efectos de la temperatura y el fotoperíodo sobre el crecimiento vegetal, existe aún un cierto cambio en la relación hoja/tallo y de algunos componentes vegetales como la fibra o proteína y por lo tanto de la digestibilidad, pero la disminución de la digestibilidad y el aumento de la fibra son mucho menores que en el caso de las plantas a las que se les permitió crecer sin pastoreo (Smetham, 1981b).

Los cambios en la composición de plantas no cortadas, a las que se les permite crecer desde la primavera hasta la floración, ocurren por un lado como consecuencia de un cambio en la relación hoja/tallo y también las fracciones hoja y tallo en sí mismas cambian su constitución con la edad. El efecto del pastoreo consiste en devolver a la planta un estado de crecimiento fisiológico joven. El grado en que esto resulta exitoso para mantener la calidad depende de la frecuencia de pastoreo. Mientras los pastoreos poco frecuentes y severos proporcionan rendimientos mayores de forraje de menor calidad, los pastoreos repetidos y aliviados promueven rendimientos menores pero de mayor calidad (Smetham, 1981b).

2.4 PRODUCCIÓN ANIMAL

2.4.1 Aspectos generales de la producción animal

El nivel de producción animal de un sistema se basa en la eficiencia de tres procesos principales, producción de forraje, utilización del forraje producido por los animales y conversión del forraje en carne (Escuder, 1996).

La eficiencia de conversión del forraje ingerido en producto animal aumenta al aumentar el consumo. Dado que el consumo por animal equivale al consumo por hectárea dividido por la carga, se establece una relación inversa entre la cosecha de forraje y su conversión en producto animal. Debido a esto el porcentaje de utilización de forraje en un pastoreo rotativo se relaciona en forma negativa con el consumo por animal. Por lo tanto, así como es deseable que la eficiencia de utilización o cosecha de forraje sea alta, debe considerar que el consumo individual no sea tan bajo que afecte las ganancias individuales (Escuder, 1996).

Un manejo de pastoreo con excesos importantes de forraje revela una mala utilización. Esto conduce a disponer de forraje de baja calidad, a una mayor selectividad por parte de los animales y a un aumento de material muerto, todo esto lleva a una baja performance animal y al desmejoramiento de la pastura por deterioro, tanto en su

composición botánica como en su estructura. Esta situación de desperdicio de forraje ocurre principalmente en primavera (Carámbula, 2004).

El consumo de forraje por parte de los animales en pastoreo está afectado por factores relacionados al animal, la pastura, el manejo y el ambiente. Con respecto al animal, se pueden citar edad, peso, estado de preñez o de lactancia, nivel de producción y condición corporal; con respecto a la pastura, la digestibilidad, composición química, especies presentes, cantidad de forraje y estado de madurez; con respecto al manejo, la cantidad de forraje disponible por animal y por día, la suplementación, la fertilización y el sistema de pastoreo; y con respecto al ambiente, la temperatura, la humedad, el fotoperíodo, la velocidad del viento, etc. (Cangiano, 1996).

Debido a la complejidad de los mecanismos que regulan el consumo voluntario se puede simplificar en un componente planta y otro animal. El componente planta puede ser expresado en términos de cantidad de forraje disponible (por animal o por hectárea) y en términos de calidad de forraje, afectado por la composición química, características estructurales y forma de presentación del forraje al animal. En el componente animal de acuerdo a distintas limitantes del consumo intervienen distintos mecanismos. El mecanismo de bocados presenta un límite de número y peso de bocados. El mecanismo de distensión ruminal tiene un límite de llenado ruminal, que cuando alcanzado determina el consumo por el tiempo de retención. Este tiempo de retención depende de las tasas de digestión y pasaje. El mecanismo metabólico asume un límite superior en el consumo de energía digestible, que cuando es alcanzado determina el consumo por la concentración de energía digestible en la dieta (Cangiano, 1996).

De lo anterior se puede decir que cuando la cantidad de forraje es alta, el carácter del forraje determina el consumo a través de la distensión ruminal, o cuando el forraje es de muy alta calidad a través del mecanismo metabólico. En el caso inverso que la cantidad de forraje sea baja, el carácter del mismo tiene poco o nulo efecto sobre el consumo. En esta condición el consumo es afectado por el comportamiento ingestivo del animal a través de limitaciones en la tasa de bocado, peso de bocado y/o tiempo de pastoreo. Estas condiciones también podrían presentarse en situaciones de alta cantidad de forraje, pero de baja accesibilidad (Cangiano, 1996).

En mezclas donde predominan las leguminosas es esperable observar mayores valores de utilización debido a que estimulan un mayor consumo por parte del animal, alcanzando su máximo consumo a una oferta diaria de forraje menor que con gramíneas, debido a factores nutricionales que afectan la facilidad de cosecha (Cangiano, 1996). Este mayor consumo es consecuencia de una mayor tasa de consumo y mayor consumo por bocado que logran los animales en pasturas con leguminosas, esto se asocia a una mayor tasa de pasaje en el rumen de estas pasturas con respecto a las gramíneas (Montossi et al., 1996).

Existen evidencias experimentales que afirman que los animales seleccionan preferentemente leguminosas que gramíneas (Bhseño y Wildman, Boostma et al., Armstrong et al., citados por Montossi et al., 1996). Aunque la selectividad animal está ligada a la disponibilidad y accesibilidad de los distintos componentes de la pastura en el momento de pastoreo (Montossi et al., 1996).

Existe una influencia importante de la edad de la pastura en donde un incremento del componente gramínea y una disminución del componente leguminosa se asocia a un menor producto animal (Risso y Zarza, citados por Montossi et al., 1996).

Zanoniani et al. (2014) en un experimento evaluaron la producción primaria y secundaria de dos mezclas forrajeras (dactylis y alfalfa vs festuca, trébol blanco y *Lotus corniculatus*) durante el período invierno primaveral para una similar oferta de forraje. La mezcla de dactylis y alfalfa presentó un mejor desempeño productivo en la mayoría de las variables estudiadas. La mejor complementación productiva de la misma posibilitó una mayor ganancia individual y una mayor producción de peso vivo por hectárea. El simple hecho de elegir una u otra mezcla representa una diferencia de 150 kg/ha de PV.

2.4.2 Relación entre consumo, disponibilidad y altura de forraje

Según Poppi et al., citados por Cangiano (1996), la relación entre consumo de materia seca y cantidad de forraje describe una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo. En esta curva se puede distinguir una parte ascendente en donde la capacidad de cosecha del animal limita el consumo por una regulación a través del comportamiento ingestivo. Este comportamiento incluye el tiempo de pastoreo (minutos por día), la tasa de bocados (bocados por minuto) y el peso de bocados (g), y es afectado a través de la selección de la dieta y la heterogeneidad vertical y horizontal de la pastura. En esta parte de la curva el consumo es muy sensible a cambios en la biomasa (oferta y altura de forraje), de manera que pequeñas variaciones en cualquiera de estas tendrá un gran efecto en la performance animal. El peso de bocado es la variable del comportamiento ingestivo que mayor efecto tiene en el consumo. En la parte asintótica de la curva, los factores nutricionales como la digestibilidad, el tiempo de retención en el rumen y la concentración de productos metabólicos son de importancia en el control del consumo, considerando que la disponibilidad de forraje no es limitante.

El peso de bocado es muy sensible a variaciones en la altura de forraje y cuando el mismo disminuye por una menor altura de la pastura, el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados tienden a aumentar, generando así un efecto de compensación, hasta un cierto valor crítico por debajo del cual dicha compensación es insuficiente para evitar una caída en la tasa de consumo y el consumo diario (Cangiano, 1996). A valores de altura de la pastura menores a 6-8 cm el efecto de compensación es insuficiente para

compensar la reducción en el consumo por bocado resultando en una disminución en el consumo diario de forraje. La reducción es particularmente seria con alturas de pasturas menores a 3-4 cm (Montossi et al., 1996). Allegri (1982) en relación a esto afirma que existe una correlación significativa entre ganancia de peso vivo y altura del forraje rechazado. En otro sentido cuando las partes preferidas por los animales disminuyen, su selección puede afectar la tasa de consumo aún con altos valores nutritivos (Cangiano, 1996). Por otra parte pasturas con alturas mayores a 25 cm también es una limitante debido a su baja digestibilidad (Vaz Martins et al., 2003). Holmes, citado por Cangiano (1996) sostiene que con pastoreos rotativos la biomasa inicial debería ser superior a 2200 kg/ha y la oferta de forraje 40-50 kg/día y que con 1500 kg/ha de forraje, los animales no pueden alcanzar altos consumos debido a que el peso de bocado es muy bajo aún con altas asignaciones de forraje. Por otro lado Frasinelli, citado por Escuder (1996) observó que cuando la biomasa disminuyó de 4100 a 1000 kg/ha se modificó el comportamiento ingestivo causando una disminución en el consumo del 40% y de la producción animal. Risso y Zarza, citados por Montossi et al. (1996) afirman que existe una asociación entre comportamiento animal y la cantidad de forraje remanente post pastoreo, en donde la ganancia es máxima con remanentes mayores a 2000 kg MS/ha y con valores menores a este la ganancia diaria comienza a disminuir llegando a cero con remanentes de 500 kg MS/ha.

En otro sentido, especies que presentan hábito de crecimiento más erecto y más accesible permiten obtener mayores porcentajes de utilización (Haynes, citado por Saldanha, 2005). La distribución vertical del forraje es otro factor que afecta la utilización de las pasturas. Saldanha (2005) afirmó en un experimento que no fue posible consumir más de la mitad del forraje disponible en pasturas con especies cespitosas debido a este factor y que las mismas concentraron el 52% del forraje en los primeros 2,5 cm desde el suelo.

A medida que avanza el estado de desarrollo de las plantas disminuye su digestibilidad por efecto de la mayor cantidad de pared celular, debido a esto disminuye también el consumo de materia seca y aumenta el tiempo de masticación. Las especies de regiones templadas presentan una alta digestibilidad durante la primavera, disminuyendo durante el verano. Para el caso del raigrás perenne, este presenta mayor digestibilidad a etapas avanzadas que la festuca (Cangiano, 1996)

El nivel de producto animal por cabeza y por hectárea está determinado principalmente por las variaciones en disponibilidad, valor nutritivo y utilización de las pasturas, cuando los factores intrínsecos del animal no son limitantes (Allegri, 1982).

González y Astigarraga (2012), trabajando con vacas lecheras sobre pasturas de festuca y dactylis, reportan que las diferencias en producción de leche y proteína encontradas no se deben a diferencias en la calidad del material ofrecido por encima de 5cm, sino a diferencias por un mayor consumo de las vacas en la pastura de dactylis. A

pesar de que la asignación de forraje por encima de 5 cm fue similar entre tratamientos, las vacas realizaron una mayor utilización (10%) en la pastura de dactylis. Hay una relación directa ente el consumo de forraje y la proporción de láminas ofrecidas en el forraje disponible (Astigarraga y Peyraud, McGilloway y Mayne, Peyraud y Delaby, citados por González y Astigarraga, 2012).

2.4.3 Relación entre oferta de forraje y consumo

En pastoreo rotativo la oferta de forraje es uno de los principales factores que afectan el consumo. Por lo general se acepta que existe una respuesta asintótica al aumento en la oferta aunque existen trabajos que afirman que hay una respuesta lineal al aumento en la oferta de forraje en el consumo, donde éste aumenta hasta valores de entre 3-4 veces de oferta por encima de la demanda animal (Holmes y McMillan, Holmes, citados por Cangiano, 1996). El aumento en la oferta está asociado a la disminución de la carga, y esto a su vez a una menor utilización del forraje que puede llevar a una disminución en la producción de carne por hectárea (Cangiano, 1996). Animales pastoreando a altas asignaciones de forraje se asocian a mayores cantidades de forraje desaparecido en relación a bajas asignaciones de forraje (Vaz Martins et al., 2003). Partiendo del supuesto que en condiciones de pastoreos breves e intensos el forraje desaparecido durante el pastoreo (diferencia de la disponibilidad de pasto pre y post pastoreo) estima el forraje consumido (Saldanha, 2005).

Por otro lado un aumento en la carga, o disminución en la oferta de forraje, la producción por animal disminuye. Hasta cierto punto esta disminución es compensada por el aumento en la producción por hectárea, pero si la carga sigue aumentando, la disminución en la producción por animal es tal que afecta la producción por hectárea (Mott, Heitschmidt y Taylor, citados por Escuder, 1996).

En un ensayo realizado por Chilibroste et al. (2005) en una pastura de festuca observaron que el aumento de carga animal generó un aumento en la ganancia individual y también en la producción por hectárea que aunque se registró un acceso a menor cantidad de forraje, este tuvo menor porcentaje de restos secos y diferencias en la estructura de las plantas que favoreció un mejor consumo de nutrientes digestibles.

Según Poppi et al., citados por Cangiano (1996), así como existe variación en la relación consumo/digestibilidad, también lo hay en las relaciones consumo o ganancia de peso con la oferta de forraje. En este caso la biomasa antes del pastoreo afecta la curva de respuesta, alterando la altura y/o densidad de la pastura. Esto a su vez incide sobre la facilidad de cosecha y por lo tanto sobre el peso de bocado y el consumo diario. A mayor oferta de forraje, la ganancia animal es mayor pero a su vez a una misma oferta de forraje, aumentos en la disponibilidad de forraje previo al pastoreo también aumenta la ganancia de peso por animal. Las pasturas pueden influir de dos maneras sobre la

curva de respuesta entre oferta de forraje y producción animal: 1) con leguminosas el animal alcanza una ganancia máxima mayor que con gramíneas, debido a factores nutricionales que afectan el consumo; y 2) con leguminosas el animal alcanza su máximo consumo a una oferta diaria de forraje menor que con gramíneas por factores no nutricionales como por ejemplo diferente estructura de la pastura que afectan la facilidad de cosecha.

Almada et al. (2007) observaron en un experimento realizado en pasturas de raigrás perenne, trébol blanco y lotus un aumento en la ganancia media diaria por animal de hasta valores cercanos a 1,7 kg/a/d con aumentos en la asignación de forraje hasta 7% aunque sostienen que la producción por hectárea sobrepasó los 1000 kg/ha al disminuir la asignación de forraje hasta un 2%. Con asignaciones de forraje de 4,5% se obtuvieron ganancias de peso de 1,5 kg/a/d y 900 kg/a de producción de peso vivo.

En un ensayo realizado en INIA, en una pradera de trébol blanco, raigrás, lotus y dactylis pastoreada por novillos Hereford que entraron con 317 kg con asignaciones de 5, 9 y 15%, el tratamiento que registró mayor ganancia media diaria fue el de asignación media. Siendo 0.85, 1.09 y 0.99 kg/a/día para las asignaciones de 5, 9 y 15% no habiendo diferencias entre los últimos 2 tratamientos (Rovira, 2005). Por otro lado De Souza y Presno (2013) en un experimento similar observaron que aumentos por encima de 6,5% en la asignación de forraje no traen aumentos en la ganancia media diaria pero si generan una disminución en la producción de peso vivo por hectárea.

Por otro lado Vaz Martins et al. (2003), observaron en una pastura de trébol blanco, lotus y falaris que asignaciones de 8,5 y 2,5% generaron una ganancia media de 1,17 y 0,68 kg/a/día respectivamente en animales Hereford de distintas edades.

En una pastura de raigrás perenne, lotus, trébol blanco y agropiro, Foglino y Fernández (2009) observaron que a asignaciones de 5 y 6% se obtienen ganancias diarias de 2 kg/a/día sin diferencias significativas con animales Holando. Mientras que en otra pastura de dactylis y alfalfa pastoreada con novillos Holando, López y Olivera (2017) observaron que una asignación de forraje de 3,6 % posibilitó una producción de PV de 325 kg/ha y una ganancia animal de 115 kg/a.

Agustoni et al. (2008), encontraron ganancias medias diarias de 0,65; 1,35; 1,5 y 1,7 Kg/animal/día, trabajando con ofertas de forraje del peso vivo de 2; 4,5; 7; y 9,5% respectivamente, en novillos Holando pastoreando una pradera de segundo año compuesta por *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*. Para este tratamiento las máximas ganancias por hectárea están comprendidas entre 5,6 y 6,8% de asignación de forraje. La producción de carne por hectárea para los tratamientos extremos (2 y 9,5% PV) fueron similares, lo que indica que a una baja asignación de forraje la cantidad de animales compensa la menor ganancia individual.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES

3.1.1 Ubicación y período experimental

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay). El mismo fue llevado a cabo en los potreros 32b de latitud 32°22'29.45"S y longitud 58°3'36.27"O y en el potrero 35 de latitud 32°22'25.63"S y longitud 58°3'46.03"O, durante el período invierno-primaveral entre el 1/6/2019 y el 19/11/2019.

3.1.2 Descripción del sitio experimental

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay a escala 1:1000.000, el sitio se encuentra sobre la Unidad de suelos San Manuel, cuyos suelos dominantes son Brunosoles Éútricos Típicos (Háplicos) superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosa (limosa) y los suelos asociados son Brunosoles Éútricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca (Altamirano et al., 1976).

3.1.3 Antecedentes del área experimental

Las mezclas fueron evaluadas en su tercer año de vida, previo a la siembra hubo un cultivo de *Setaria itálica*. En la preparación de la sementera se aplicaron 4 litros de glifosato pre siembra.

La siembra se realizó el 14 de mayo de 2017 con el método siembra directa, en línea las gramíneas y al voleo las leguminosas. Las densidades de siembra y cultivares utilizados fueron, para *Festuca arundinacea*, cultivar Ceres Typhoon a razón de 15 kg/ha, *Medicago sativa*, cultivar Chaná a una densidad de 12 kg/ha, *Lolium perenne*, cultivar Horizon a una densidad de 18 kg/ha y *Trifolium pratense* cultivar E116 a una densidad de 6 kg/ha.

Con respecto a la fertilización, se aplicaron 150 kg/ha de 7-40-0 + 5s a la siembra, y luego 70 kg/ha de UREA en junio y agosto repitiéndose en el segundo y tercer año donde también se le agregaron 100 kg/ha de 7-40-0 + 5s en cada otoño.

3.1.4 Tratamientos

Los tratamientos consistieron en una combinación de dos cargas con dos mezclas distintas.

F + aa carga baja (CB): *Festuca arundinacea* más *Medicago sativa* con 3 novillos

F + aa carga alta (CA): *Festuca arundinacea* más *Medicago sativa* con 4 novillos

Rg + Tr carga baja (CB): *Lolium perenne* más *Trifolium pratense* con 3 novillos

Rg + Tr carga alta (CA): *Lolium perenne* más *Trifolium pratense* con 4 novillos

Las mezclas fueron pastoreadas con novillos de la raza Holando con un peso individual promedio inicial de 324 kg, siendo asignados al azar a los distintos tratamientos. Se manejaron diferentes cargas animales (bajas y altas) dentro del rango de OF de 4,3 a 8,7 %. Los tratamientos de carga baja tuvieron un promedio de 698 kg/ha de peso vivo y los de carga alta tuvieron un promedio de 880 kg/ha. Esto equivale a 1,7 y 2,2 novillos por hectárea respectivamente.

El experimento se dividió en tres momentos de pastoreo, el primero del 1/6 al 24/7, el segundo del 24/7 al 15/9 y el tercero del 25/9 al 19/11, estos momentos están determinados por la fecha entre que entran al bloque 1 y la fecha de salida del bloque 4.

El método de pastoreo utilizado fue rotativo con períodos de pastoreo de entre 9 y 15 días, y períodos de descanso de entre 40 y 60 días.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental corresponde a bloques completamente al azar. El área experimental abarcó una superficie de 7,1 hectáreas, y se dividió en cuatro bloques correspondiendo cada uno a una repetición de todos los tratamientos. Estos a su vez fueron divididos en cuatro parcelas conteniendo cada una de ellas uno de los tratamientos antes descritos. El área que corresponde a cada tratamiento es de 1,8 hectáreas y el área de cada parcela es de 0,45 hectáreas. Los tratamientos dentro de cada bloque fueron asignados al azar.

En la Figura No. 1 se observa el arreglo espacial de los bloques y los tratamientos del experimento en el terreno.

BLOQUE 1	Rg + Tr Carga alta	FF + aa Carga baja	FF + aa Carga alta	Rg + Tr Carga baja
BLOQUE 2	Rg + Tr Carga alta	Rg + Tr Carga baja	FF + aa Carga baja	FF + aa Carga alta
BLOQUE 3	FF + aa Carga baja	FF + aa Carga alta	Rg + Tr Carga alta	Rg + Tr Carga baja
BLOQUE 4	FF + aa Carga baja	Rg + Tr Carga alta	Rg + Tr Carga baja	FF + aa Carga alta

Figura No. 1. Arreglo espacial de los bloques y tratamientos del experimento

3.3 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Las variables estudiadas en el período experimental fueron, por un lado producción de forraje de las distintas mezclas, composición botánica de las mismas y por otro la producción de peso vivo individual y por hectárea.

3.3.1 Mediciones de las principales variables

3.3.1.1 Disponibilidad y remanente de forraje

La disponibilidad de forraje, por definición es la cantidad de forraje en base seca presente por unidad de área en un momento dado y bajo un determinado sistema de pastoreo (Campbell, 1966).

Para la determinación de la disponibilidad y remanente se utilizó el método de doble muestreo propuesto por Haydock y Shaw (1975) modificado. En este caso se realizaron 12 cortes de referencia por parcela al nivel del suelo tanto para el disponible como para el remanente. Los cortes se realizaron con tijeras en una superficie delimitada por un rectángulo de 20 x 50cm (0,1 m²) en los cuales previamente se midió la altura de cada uno de los 12 cortes. El criterio para seleccionar los sitios de corte fue según una escala visual, en donde 1 es el lugar de forraje más escaso y el 12 el de mayor abundancia. Luego las muestras fueron etiquetadas, pesadas en base fresca y enseguida

colocadas en estufa de circulación forzada de aire a 60 °C durante 48 horas. Al momento de retiradas las muestras fueron pesadas nuevamente y se obtuvo de peso en base seca.

Por otro lado, se realizaron 12 muestreos de altura para cada corte que sumados a la información recabada del peso en base seca de los 12 cortes se ajustó una regresión de primer grado entre altura de forraje en centímetros y los kg MS/ha.

Para la estimación de la disponibilidad de materia seca por parcela se realizaron 40 muestreos de altura en cada parcela y el promedio de los 40 datos se ingresó como variable independiente en la ecuación de regresión antes mencionada. El mismo procedimiento se realizó en el cálculo de la cantidad de forraje remanente.

3.3.1.2 Altura del forraje disponible y remanente

La altura del forraje disponible refiere a la altura de la pastura en el momento previo a la entrada de los animales. Y la altura del remanente refiere a la altura de la misma inmediatamente a la salida de los animales.

En 40 muestras de forma rectangular (0,5*0,2 m) se midió 3 veces la altura, en donde el criterio era la hoja verde más alta que toca la regla. Luego se hizo el promedio de las tres alturas (Barthram, 1986). En este caso los sitios de muestreo se determinaron recorriendo la parcela de forma diagonal en zigzag. Finalmente la altura del forraje de la parcela se calculó promediando las 40 mediciones.

3.3.1.3 Producción de forraje

Se calcula como la diferencia entre la disponibilidad de materia seca en kg/ha previo a la entrada de los animales y el remanente anterior. Esto se corrige sumándole el crecimiento de la pastura en el período de pastoreo, utilizando la tasa de crecimiento de la pastura (Campbell, 1966).

3.3.1.4 Forraje desaparecido

Esto refiere a la cantidad de materia seca que desaparece en el período de pastoreo siendo la diferencia entre el disponible antes de ingresar los animales y el remanente enseguida de la salida de los mismos corregido por el crecimiento durante el período de pastoreo (Campbell, 1966).

3.3.1.5 Utilización del forraje

Corresponde al porcentaje del forraje disponible corregido por crecimiento durante los días de pastoreo que desaparece en el período de pastoreo. Se calcula como la relación entre el forraje desaparecido y el disponible.

3.3.1.6 Composición botánica

Corresponde al área cubierta por distintas especies, sembradas y malezas que son parte del forraje disponible.

Se utilizaron rectángulos de 20 x 50 centímetros en donde se realizaron 40 muestreos al azar en cada parcela en el cual por apreciación visual se estimó el porcentaje de cobertura de cada fracción (gramíneas, leguminosas, restos secos y malezas), por otro lado se estimó el porcentaje de suelo desnudo, este último no se incluyó en el porcentaje de las fracciones antes mencionadas (Brown, 1954).

Con el cálculo de la disponibilidad de forraje y el porcentaje de cada fracción, se calculó la proporción de biomasa en kg MS de cada uno de los componentes de la pastura.

Este procedimiento se realizó tanto en el forraje disponible como en el remanente después de la salida de los animales.

3.3.1.7 Peso de los animales

El peso de los animales se determinó de forma individual mediante una balanza electrónica. Las mediciones se realizaron en las fechas, 2/5/2019, 11/7/2019, 30/9/2019 y 28/11/2019. Cabe aclarar que la primera medición se realizó un mes antes de comenzado el experimento.

3.3.1.8 Ganancia de peso diaria

La ganancia de peso media diaria de cada animal (kg/animal/día) fue calculada como la diferencia de peso entre las fechas de pesada de animales, dividido los días entre las mismas.

3.3.1.9 Producción de peso vivo

Para el cálculo de producción de peso vivo por hectárea se calculó la producción de PV total en el período para cada tratamiento y se dividió entre la cantidad de hectáreas de los mismos.

3.3.1.10 Eficiencia de producción

La eficiencia de producción se define como el cociente entre el forraje producido y la ganancia de peso vivo animal.

3.4 HIPÓTESIS

3.4.1 Hipótesis biológica

Hipótesis nula (Ho): no existe diferencia en la producción de forraje y producción de peso vivo entre los distintos tratamientos.

Hipótesis alternativa (Ha): existe una superioridad en los tratamientos de festuca y alfalfa en la producción de forraje, composición botánica y/o producción de peso vivo.

3.4.2 Hipótesis estadística

Ho: $T_1=T_2=T_3=T_4$

Ha: existe por lo menos algún tratamiento diferente.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis de varianza entre los tratamientos utilizando programa estadístico INFOSTAT. Cuando existieron diferencias entre tratamientos se realizó el test de Tukey utilizando una probabilidad de 10 % para detectar las diferencias entre las medias de los tratamientos.

3.5.1 Modelo estadístico

El modelo corresponde a un diseño en bloques completos al azar (DBCA).

Modelo para producción vegetal:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \alpha_j + (T^*\alpha)_{ij} + \beta_k + \varepsilon_{ijk} \text{ con } \varepsilon_{ijk} \text{ iid } \sim N(0; \sigma^2)$$

Donde:

Y_{ijk} - es el valor de la variable de respuesta del i-ésimo tratamiento, en el j-ésimo momento de pastoreo y k-ésimo bloque.

μ - media poblacional.

T_i – efecto tratamiento.

α_j – efecto del momento de pastoreo (α_1 ; α_2 ; α_3).

$(T*\alpha)_{ij}$ – interacción tratamiento*momento de pastoreo.

β_k – efecto del bloque (β_1 ; β_2 ; β_3 ; β_4).

ε_{ijk} – error experimental.

Modelo para producción animal:

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

Donde:

Y_{ij} – corresponde a la variable de interés.

μ – es la media poblacional.

t_i – es el efecto de la i-ésimo tratamiento.

B_j – covarianza del peso inicial.

ξ_{ij} – es el error experimental.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA DURANTE EL PERÍODO DE EVALUACIÓN

4.1.1 Precipitaciones

En la Figura No. 2 se presentan los datos de precipitaciones mensuales para un promedio histórico de una serie de años (1960-1990) en la localidad de Paysandú y las precipitaciones que se registraron en los meses en que transcurrió el experimento en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni.

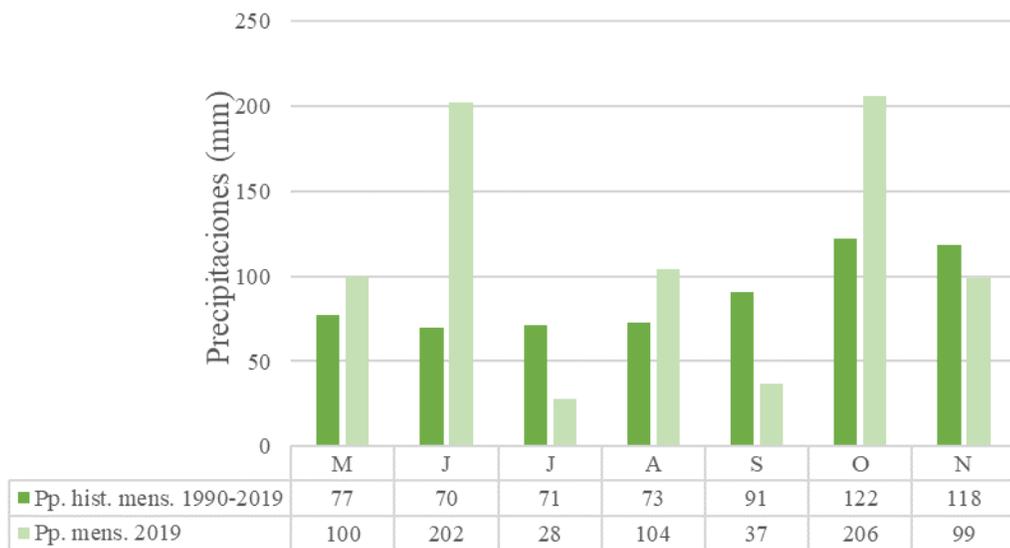


Figura No. 2. Precipitaciones mensuales de una serie histórica y del período experimental

Fuente: elaborado en base a FA. EEMAC (s.f.), INUMET (s.f.).

En primer lugar se debe destacar que el promedio del período en el año del experimento fue de 110 mm, siendo un 22% por encima del promedio histórico. Estando por debajo del promedio histórico solamente los meses de julio y septiembre mientras que en junio y octubre se registraron precipitaciones por encima de 200 mm.

Con estos valores de precipitaciones es esperable que ocurra una recarga del agua disponible del suelo, no siendo una limitante para el crecimiento de las pasturas.

4.1.2 Temperatura

En la Figura No. 3 se presentan los datos de temperaturas promedio, máximas y mínimas para el año del experimento y para la serie histórica mencionada anteriormente en las mismas localidades.

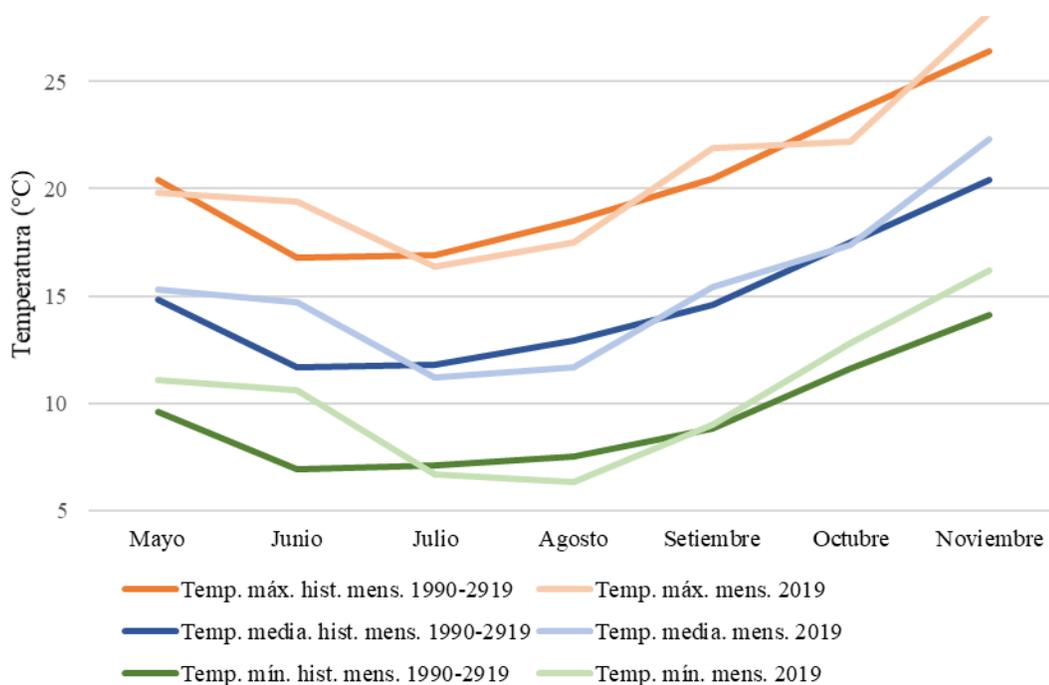


Figura No. 3. Temperatura promedio máxima, mínima histórica y para el año del período de la evaluación

Fuente: elaborado en base a FA. EEMAC (s.f.), INUMET (s.f).

Como puede observarse en la Figura No. 3 en términos generales las temperaturas durante el período del experimento fueron similares al promedio histórico en la mayoría de los meses. Solamente en junio la temperatura fue mayor al promedio histórico. Aunque se registraron temperaturas de 6 °C en los meses de julio y agosto. Según lo mencionado por Cooper y Tainton, citados por Velasco et al. (2002), el raigrás presenta susceptibilidad a muy bajas temperaturas afectando su crecimiento a temperaturas de 5 °C. Incluso llegar a tasas de crecimiento cercanas a cero según Hodgson, citado por Velasco (2002). Por otro lado Cook et al. (1976) afirman que el raigrás presenta una temperatura óptima de entre 10 y 23 °C. Para el caso de la alfalfa Sharratt et al., citados por Quiroga (2013) establecen que esta especie presenta un óptimo de entre 15 y 25 °C.

Con lo mencionado anteriormente se puede decir que las temperaturas en la mayor parte del período estuvieron en el rango óptimo para el caso del raigrás no siendo una limitante para el crecimiento aunque en los meses de invierno las mínimas promedio cercanas a 6 °C pudieron afectar el mismo ya que en este período se debe tener en cuenta la ocurrencia de heladas y temperaturas mínimas absolutas de cero grados. En el caso de la alfalfa las temperaturas promedio de junio, julio y agosto estuvieron por debajo del rango óptimo siendo un factor que limitó su crecimiento. Este comportamiento es esperable para especies de ciclo de producción estival.

4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.2.1 Forraje disponible

A efectos de tener una mejor comprensión de los resultados obtenidos cabe mencionar que existen importantes diferencias entre los tipos de mezclas en relación al nivel de enmalezamiento y proporción de leguminosas sembradas. Las mezclas de FF + aa presentaron un porcentaje de malezas de 12% y leguminosas de 35% en promedio mientras que para la mezcla Rg + Tr presentaron un porcentaje de malezas de 30% y leguminosas sembradas de 15%. Esta información se encuentra detallada cuando se analice la composición botánica.

En el Cuadro No. 1 se presenta la disponibilidad promedio por tratamiento para todo el período experimental, la misma se estimó previo al momento de ingreso de los animales a cada parcela.

Cuadro No. 1. Disponibilidad promedio de materia seca en kg MS/ha según tratamiento

Tratamientos	Disponibilidad (kg MS/ha)
FF + aa CB	2682 A
FF + aa CA	2670 A
Rg + Tr CB	1940 AB
Rg + Tr CA	1634 B

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

En primer lugar se observa que el tratamiento Rg + Tr CA presenta diferencias significativas con FF + aa CB y FF + aa CA, teniendo una disponibilidad de 1000 kg MS/ha menor que las mismas.

Se puede mencionar que la disponibilidad no estuvo asociada a las distintas cargas utilizadas ya que los tratamientos de igual mezcla con distinta carga no

presentaron diferencias significativas. Por lo tanto la única diferencia que se pudo ver es en relación al tipo de mezcla. En este sentido, la superioridad de la mezcla FF + aa esta explicada por mayores remanentes que permitió interceptar mayor radiación generando mayores tasas de crecimiento resultando en una mayor producción de forraje como se analizará más adelante. Por otro lado la composición botánica es un factor que contribuyó a esta mayor producción ya que la presencia de especies productivas fue mayor.

Según estos datos de disponibilidad, comparando con los obtenidos por Figueira y Gómez (2018) con los mismos tipos de mezclas a ofertas de forraje de 5,1 y 8 obtuvieron disponibilidades de forraje de 1860 y 3370 kg MS/ha para raigrás + trébol rojo y alfalfa + festuca respectivamente, siendo parecidos a los obtenidos en el presente trabajo con ofertas de forraje también similares.

Cerpa y Silveira (2016) observaron en una mezcla de raigrás y trébol rojo con una oferta de forraje de 2,34 kg MS/ha/100 kg PV una disponibilidad promedio de 1412 kg/ha siendo muy similar a la observada en el presente trabajo aún con ofertas de forraje del doble.

La disponibilidad registrada en los tratamientos con Rg + Tr estuvieron entre el rango recomendado por Formoso, citado por Carámbula (2003), quien afirma que si el pastoreo se realiza cuando hay una acumulación de forraje de entre 1,5 y 2 toneladas de MS/ha se obtienen altos rendimientos y mejora la persistencia productiva. Mientras que las mezclas con FF + aa se encuentran por encima del rango recomendado, esto puede generar pérdidas de productividad que según Carámbula (2004) con altas acumulaciones de forraje se alcanza un punto en el que el crecimiento empieza a disminuir, a causa de la baja eficiencia fotosintética de las hojas y el aumento de la senescencia.

En la Figura No. 4 se observa la evolución en kg MS/ha del forraje disponible en cada pastoreo. Los períodos de pastoreo están determinados por la fecha entre que entran al bloque 1 y la fecha de salida del bloque 4. Las fechas del pastoreo 1, 2, 3 fueron, del 31/5 al 24/7, del 24/7 al 5/9 y del 30/9 al 19/11 respectivamente.

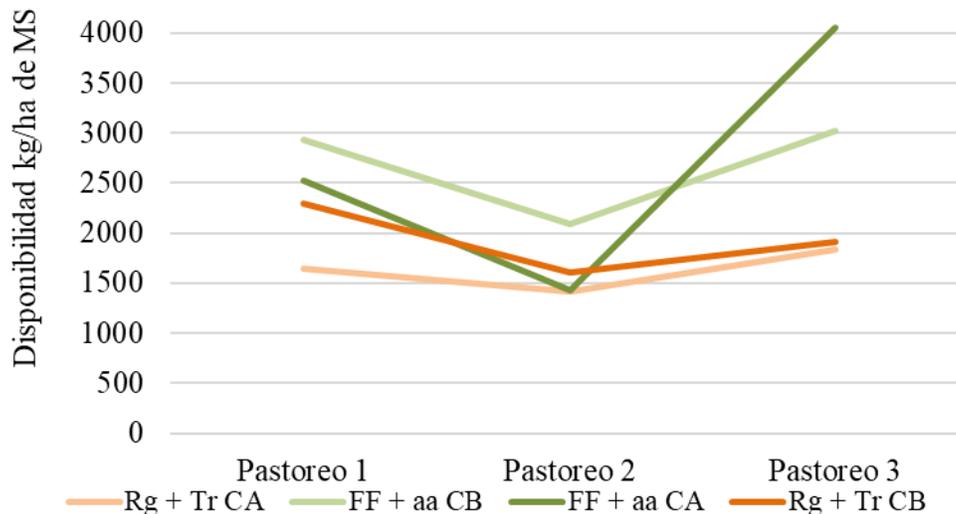


Figura No. 4. Evolución del forraje disponible por tratamiento para cada período de pastoreo

En primer lugar se debe mencionar que el promedio de disponibilidad entre el pastoreo 1 y 3 no fue significativamente distinto, pero el pastoreo 2 fue estadísticamente menor a ellos. Comparando los tratamientos dentro de cada período de pastoreo, se concluyó que en el pastoreo 1 y 2 no hubo diferencias significativas en la disponibilidad de cada tratamiento, pero en el pastoreo 3, el tratamiento FF + aa CA fue significativamente superior a los tratamientos Rg + Tr CA y CB (ver anexos).

La baja disponibilidad registrada en el pastoreo 2 se debió en parte a las bajas temperaturas registradas entre los meses de julio y agosto. Esto se asocia a que según Carámbula (2003) durante el invierno las condiciones ambientales enlentecen los procesos fisiológicos afectando el desarrollo de hojas, el macollaje, la acumulación de reservas y también disminuye el IAF óptimo. Esto coincide con lo reportado por Hodgson, citado por Velasco (2002), quien afirma que durante el invierno las bajas temperaturas pueden afectar sustancialmente el crecimiento de las pasturas. Por otro lado Cook et al. (1976) establecieron un rango de temperatura óptimo para el raigrás de entre 10 y 23 °C, por lo tanto las bajas temperaturas (menores a 10 °C) en el pastoreo 2 afectaron el crecimiento de la pastura. Para el caso de las mezclas con alfalfa, éstas también se vieron afectadas en el pastoreo 2, ya que según Sharratt et al., citados por Quiroga (2013), sus temperaturas óptimas son entre 15-25 °C.

En el pastoreo 1 las temperaturas estuvieron en promedio en 15 °C no fueron una limitante para el crecimiento, explicando las mayores disponibilidades. Lo mismo ocurrió en el pastoreo 3, a partir de septiembre donde ocurrieron temperaturas dentro del rango óptimo para el crecimiento. Las altas producciones de las mezclas con alfalfa en el pastoreo 3 están asociadas a que esta especie presenta gran parte de su producción en la primavera (Carámbula, 2002). Por otro lado al inicio de la primavera la temperatura y la luminosidad aumentan, y con esto la tasa de aparición de hojas es mayor, reflejándose en un aumento en la tasa de fotosíntesis neta, por lo cual hay una mayor acumulación de materia seca. El que también es favorecido por la elongación de los tallos (Escuder, 1996).

Para el caso de los tratamientos con FF + aa, estos valores de disponibilidad pueden considerarse altos si se comparan con los resultados obtenidos en un experimento por Scheneiter y Améndola (2009) en el cual registraron valores de 1600 kg/ha promedio aproximadamente en una pastura de festuca y alfalfa con carga variable. Estos autores registraron valores mínimos de 1000 kg/ha en agosto y 3000 kg/ha durante noviembre.

4.2.1.1 Altura del forraje disponible

En el Cuadro No. 2 se presentan las alturas promedio del forraje disponible para cada tratamiento durante todo el período experimental.

Cuadro No. 2. Altura promedio del forraje disponible por tratamiento

Tratamiento	Altura disponible
FF + aa CB	23 A
FF + aa CA	19 A
Rg + Tr CA	12 B
Rg + Tr CB	11 B

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

Se encontraron diferencias significativas donde las mezclas con alfalfa y festuca presentaron mayores alturas que las mezclas de raigrás y trébol rojo aunque dentro de cada mezcla no se encontraron diferencias estadísticas según la carga utilizada. Estas alturas se relacionan con los valores obtenidos de disponibilidad donde los dos tratamientos con mayor altura presentaron mayores disponibilidades de forraje y el tratamiento de menor altura fue el que presentó menor disponibilidad. Esto concuerda con lo expresado por Montossi et al. (2013) quienes afirman que la altura es una herramienta que permite estimar la disponibilidad de forraje tanto en pre como en post pastoreo.

Con respecto a esta relación que existe entre la altura y disponibilidad, se observó que para el tratamiento FF + aa CB presenta 116 kg MS/cm de altura. Esto concuerda con lo reportado por Figueira y Gómez (2018) que para el mismo tipo de mezcla obtuvieron resultados muy similares. En el caso de las mezclas Rg + Tr los valores estuvieron entre 140 y 180 kg MS/cm de altura para la carga alta y baja respectivamente. Mientras que para el mismo tipo de mezcla Figueira y Gómez (2018) obtuvieron valores de 70 kg MS/cm de altura, por otro lado Cerpa y Silvera (2016) obtuvieron valores de 116 kg MS/cm de altura aunque registraron alturas promedio de 12,8 cm muy similares a las del presente trabajo. Estas diferencias pudieron deberse a las especies presente en este trabajo como malezas y gramíneas no sembradas que podrían interferir en la densidad del forraje.

En la Figura No. 5 se presenta la evolución de la altura en los distintos tratamientos en los 3 períodos de pastoreo.

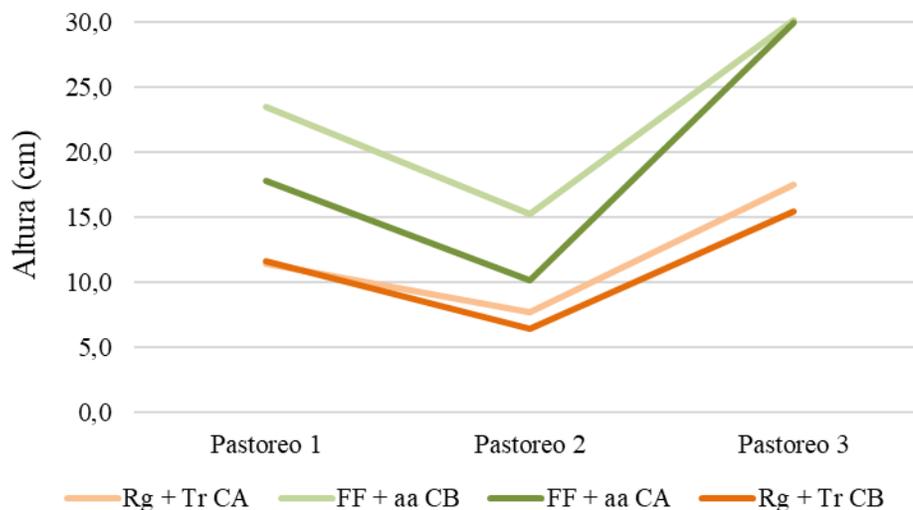


Figura No. 5. Evolución de la altura del forraje disponible en cada período de pastoreo

Existen diferencias significativas en la altura promedio de los tratamientos entre los períodos de pastoreos, siendo el pastoreo 2 el que presentó menor altura como ocurrió con la cantidad de forraje disponible. El pastoreo 1 presentó una altura intermedia y el pastoreo 3 fue el que presentó una mayor altura promedio. Si bien la diferencia entre los tratamientos en cada período de pastoreo no fue estadísticamente significativa en la mayoría de ellos, salvo la mezcla FF + aa CB que presentó diferencias con la mezcla de Rg + Tr CB en el pastoreo 3. En este período las mezclas FF + aa presentaron 15 centímetros más que las de Rg + Tr. Esto reafirma cómo la altura en los

distintos tratamientos a lo largo de los pastoreos acompaña la tendencia de la disponibilidad de forraje, como se mencionó anteriormente (ver anexos).

En el pastoreo 2 las alturas de entrada en FF + aa CA y FF + aa CB fueron 10 y 15 centímetros respectivamente, estando por debajo de lo recomendado para alfalfa por Formoso (2000), quien afirma que en este momento los niveles de reservas son mínimos y un pastoreo debilitaría a las plantas perjudicando la persistencia. Mientras que en el pastoreo 3, la altura de entrada para estas mezclas fue de 30 centímetros, estando en un rango intermedio de lo recomendado por Formoso (1996) quien afirma que 45 centímetros de altura de entrada generaron una menor pérdida de tallos que pastoreos más frecuentes. Mientras que en festuca, la misma al ser pastoreada a 30 cm pudo haber perdido calidad y aumentado el material senescente. Ya que Langer (1981b), Carámbula (2002) sostienen que pastoreos con alturas de entrada mayores a 15 cm generan endurecimiento y pérdida de apetecibilidad en esta especie.

Con respecto a la frecuencia de defoliación, ésta durante el pastoreo 2 y 3 fue de 40 y 63 días respectivamente. La frecuencia del pastoreo 2 no coincide con las recomendaciones de manejo para festuca en donde Colabelli et al. (1998) afirman que una frecuencia adecuada durante el invierno para esta especie es de 55-60 días aproximadamente teniendo en cuenta la vida media foliar. Kloster et al. (2014) observaron en un experimento que una frecuencia de pastoreo de 49 días en otoño invierno aumento la producción de materia seca en relación a una frecuencia de 35 días. Por lo tanto el manejo realizado en el invierno pudo afectar la persistencia y productividad de las 2 especies de la mezcla.

Para el caso de las mezclas Rg + Tr una frecuencia de pastoreo de 40 días durante el invierno pudo tener un efecto negativo en la productividad de la primavera, esto está explicado por Formoso (1996) quien afirma que una frecuencia de 30 días en comparación con una de 60 días generó una disminución en el rendimiento de un 30%. En cambio durante la primavera, una frecuencia de 60 días estuvo dentro de lo recomendado por el autor para obtener el máximo rendimiento.

4.2.2 Forraje remanente

En el Cuadro No. 3 se presentan los valores de forraje remanente promedio para cada tratamiento en todo el período.

Cuadro No. 3. Forraje remanente promedio por tratamiento

Tratamientos	Remanente (kg MS/ha)
FF + aa CA	1644 A
FF + aa CB	1474 AB
Rg + Tr CB	1125 BC
Rg + Tr CA	914 C

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

Se observa que la mezcla FF + aa CA presenta valores remanentes mayores significativamente que las mezclas de Rg + Tr, esto estuvo asociado a que la misma presentó una mayor cantidad de forraje disponible a la entrada del pastoreo. La FF + aa CB presentó un remanente significativamente mayor al Rg + Tr CA teniendo la misma tendencia que ocurrió con en el forraje disponible.

El tratamiento FF + aa CB presentó una oferta de forraje de 8,6%, el mismo no se diferenció estadísticamente en cantidad de forraje remanente con los tratamientos FF + aa CA y Rg + Tr CB que presentaron una oferta de forraje de 6,7 y 6,2% respectivamente. Pero si se diferenció con el tratamiento Rg + Tr CA que presentó una oferta de forraje de 4,3. En este caso las altas disponibilidades de forraje estuvieron asociadas a altas ofertas de forraje y estas a su vez a altos remanentes.

Estos resultados en comparación con los registrados por Figueira y Gómez (2018) con ofertas de forraje similares para una mezcla de FF + aa fueron menores, donde obtuvieron remanentes de entre 1800 y 2000 kg MS/ha mientras que para mezclas de Rg + Tr obtuvieron similares remanentes.

En el Cuadro No. 4 se presenta la altura promedio del forraje remanente luego del pastoreo para cada tratamiento.

Cuadro No. 4. Altura del forraje remanente promedio por tratamiento

Tratamiento	Altura remanente
FF + aa CB	9 A
FF + aa CA	9 A
Rg + Tr CB	6 B
Rg + Tr CA	5 B

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

En primer lugar se puede observar que las mezclas de FF + aa presentan mayor altura remanente en forma significativa que las mezclas de Rg + Tr. Este comportamiento se puede explicar por la asociación que tiene la altura con el forraje remanente presentado anteriormente.

Para los tratamientos de FF + aa la intensidad de pastoreo durante el invierno fue de 5 cm y durante la primavera fue de 13 cm. Según lo recomendado por Formoso (1998, 2000) para la alfalfa esta intensidad de pastoreo durante el invierno fue adecuada ya que el mismo recomienda 5 cm de remanente. Pero durante la primavera esta intensidad no es la recomendada, ya que Formoso (1998) considera que remanentes superiores a 5 cm es un manejo inapropiado que genera baja eficiencia de utilización, condiciona la sanidad del cultivo y los tallos remanentes largos generan un rebrote más lento disminuyendo la capacidad de producción. En el caso de la festuca, esta admite pastoreos intensos por lo tanto 5 cm de remanente en invierno fue un manejo adecuado pero en la primavera, 13 cm fue un remanente elevado. Esto genera una menor eficiencia fotosintética y un menor rendimiento de la pastura.

Estos valores de alturas remanentes pueden considerarse bajos si se los compara con los registrados por Figueira y Gómez (2018) donde mezclas de FF + aa presentaron alturas de 12 y 16 centímetros según distintas cargas y mezclas de Rg + Tr presentaron alturas de 7 y 14 centímetros para carga alta y baja respectivamente. Estos resultados de mayor altura pueden ser causa de que tal experimento fue realizado durante la primavera-verano, momento en el cual las gramíneas elongan sus tallos y crecen en altura. En pasturas de Rg + Tr Cerpa y Silvera (2016) registraron alturas de remanente de 7 cm, pero a diferencia el remanente fue de 490 kg/ha, la mitad que lo obtenido en este trabajo. Esto está explicado debido a que la densidad de la pastura en el presente trabajo es mayor a la mencionada ya que en una misma altura hay una mayor cantidad de forraje. Se debe mencionar que la intensidad en esta mezcla durante el invierno fue de entre 3,5 y 4 cm, esto se considera un manejo intenso según lo reportado por Zanoniani et al. (2006) quienes recomiendan realizar pastoreos con una intensidad de 7,5 cm ya que manejos más intensos generan una depresión en la producción de forraje.

Con respecto a las distintas cargas no hubo diferencias significativas dentro de cada mezcla. Este comportamiento no fue el esperable ya que a mayores cargas se espera que el remanente sea menor si inicialmente el disponible es el mismo, la tasa de crecimiento y la composición botánica son similares dentro de cada mezcla. En el presente trabajo en las mezclas de Rg + Tr la altura del remanente pudo condicionar la accesibilidad al forraje determinando que el mismo sea igual tanto para carga baja como alta. Las consecuencias de esta variable quedan explicadas cuando se desarrolla el tema ganancia media por animal.

4.2.3 Composición botánica

En el Cuadro No. 5 se presenta la composición botánica disponible promedio para todo el período de las distintas mezclas.

Cuadro No. 5. Composición botánica promedio del forraje disponible de cada tratamiento en porcentaje

Tratamiento	Gram. sem. (%)	Gram. otros (%)	Leguminosas (%)	Malezas (%)	Restos secos (%)
FF + aa CB	27 A	10 B	45 A	11 B	7 AB
FF + aa CA	26 A	16 AB	38 AB	15 B	5 B
Rg + Tr CB	13 B	21 AB	26 AB	29 A	11 AB
Rg + Tr CA	12 B	23 A	18 B	35 A	12 A

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

Se puede observar que no existieron diferencias significativas por efecto de la carga en todos los componentes, pero si existen grandes diferencias entre mezclas. En primer lugar en las mezclas de Rg + Tr se destaca el bajo aporte de gramíneas sembradas en relación al aporte de otras gramíneas de menor valor forrajero tales como *Cynodon dactylon*, *Stipa setigera*, *Setaria geniculata* y *Sporobolus indicus*. En relación a las leguminosas en la misma mezcla estas presentaron un mayor aporte con respecto a las gramíneas sembradas, pero se debe mencionar que están incluidas leguminosas no sembradas como *Medicago lupulina* entre 5 y 10% de la cobertura. Las malezas fueron el componente con mayor cobertura en las mezclas de Rg + Tr con valores por encima de 30% del total, en las que se destacan *Eryngium horridum*, *Cardus acanthoides*, *Cirsium vulgare*, *Bowlesia incana*, *Ammi sp*, *Sida rhombifolia*, *Cerastium glomeratum* y *Dichondra microcalix*. El remplazo de las especies sembradas indica una pérdida de productividad de la pastura asociado a especie de tipo maleza de campo sucio, malezas enanas anuales, gramíneas de tipo productivo ordinario y duro de baja calidad que generan rechazo y baja apetecibilidad.

En el caso de las mezclas FF + aa se puede observar el elevado aporte de leguminosas siendo el principal componente de la pastura, en este caso formado principalmente por alfalfa. El segundo componente en proporción fue la gramínea sembrada. Las otras gramíneas están compuestas por especies de alto valor forrajero como bromus y raigrás. Con respecto a las malezas, en estas mezclas fue el componente minoritario estando compuesto por malezas de campo sucio agresivas como *Cardus acanthoides* y malezas menores persistentes como *Sida rhombifolia*. Estos resultados pueden estar explicando los valores más elevados de forraje disponible de estas mezclas demostrando una mayor productividad de las mismas.

Con respecto a los restos secos solo el tratamiento FF + aa CA fue significativamente menor a Rg + Tr CA. Lo que se esperaría es que los tratamientos con mayor carga tuvieran menor proporción de restos secos como lo afirmaron Chilbroste et al. (2005), esto no sucedió posiblemente a que la intensidad promedio de pastoreo en todo el período no tuvo diferencias significativas entre distintas cargas. Los tratamientos con Rg + Tr tuvieron mayor proporción de restos secos en términos numéricos en relación a FF + aa, esto se debió a la mayor presencia de gramíneas de bajo valor nutritivo y malezas que fueron rechazados.

A continuación se presentan las evoluciones de las proporciones en los distintos momentos del experimento para cada tratamiento. Es imprescindible mencionar que estadísticamente las proporciones de los componentes no presentaron variación a lo largo del tiempo en ninguno de los tratamientos a pesar de que numéricamente existieron variaciones en algunos componentes que oscilaron entre 15 y 30%, esto se debió al alto coeficiente de variación existente (entre 60 y 90%) que afecta el valor de la diferencia mínima significativa (DMS) para que los tratamientos puedan diferenciarse entre sí. Debido a que las diferencias entre carga alta y baja fueron mínimas dentro de cada mezcla, se presenta una sola gráfica para cada una de las mismas (ver anexos).

En la Figura No. 6 se observa la evolución de la composición botánica de la mezcla FF + aa CB en los 3 períodos de pastoreo.

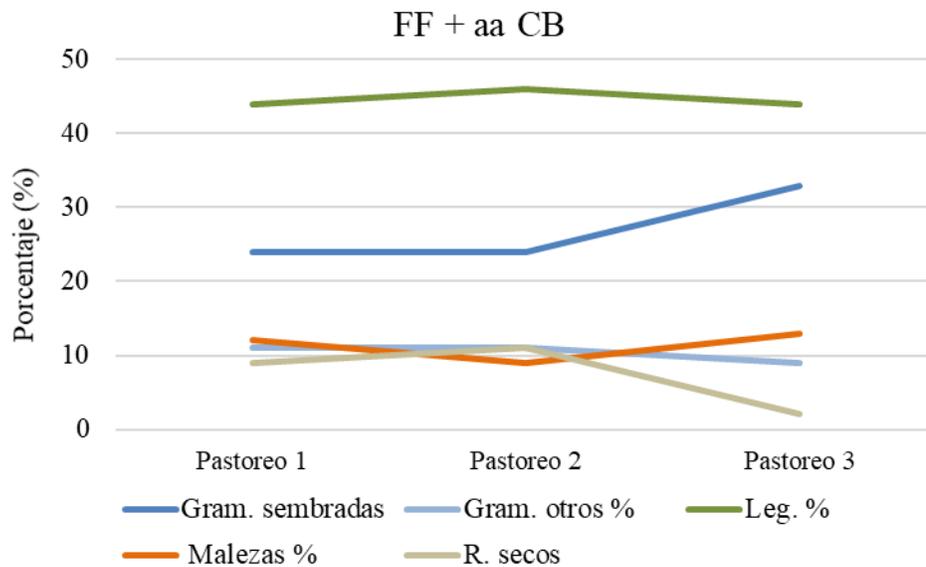


Figura No. 6. Evolución de la composición botánica en proporción para el tratamiento FF + aa CB en cada período de pastoreo

Como se puede observar, los distintos componentes se mantienen relativamente estables a lo largo de los 3 períodos de pastoreo. El componente leguminosa que es el de

mayor proporción se mantiene por encima del 40% a lo largo del período siendo este el de mayor aporte forrajero, esto se puede considerar aceptable o mejor según lo registrado por Otondo et al. (2008) quienes observaron que una mezcla de alfalfa y una gramínea perenne la primera aportó un 30% del forraje en invierno y 50% durante la primavera. Aunque Bertín y Scheneiter (2005) afirman que mantener la composición botánica estable de una mezcla de alfalfa y festuca de segundo año es una limitante, Calistro et al. (2018) sostienen que la proporción de alfalfa puede variar entre 30 y 50% siendo similar a los datos arrojados por el experimento. La predominancia del componente alfalfa también fue reportada por Bruno et al. (1987) en una igual mezcla el componente leguminosa alcanzó valores de 75% y la gramínea 25% en el tercer año.

Ya que la frecuencia e intensidad de la defoliación en esta mezcla pudo perjudicar a las dos especies por igual como se explicó anteriormente, la predominancia del componente leguminosa se puede deber a otra serie de factores que no fueron analizados específicamente en este trabajo, entre ellos se pueden mencionar según lo afirmado por Carámbula (2002), fertilidad desbalanceada a favor del fósforo, densidades de siembra alta en la leguminosa, menor establecimiento en el componente gramínea y bajos niveles de nitrógeno disponible para las mismas.

La proporción de festuca se puede considerar baja si se la compara con los datos de Figueira y Gómez (2018) los cuales registraron en una igual mezcla un 50% de la gramínea en comparación con un 27% promedio del actual trabajo. Estas diferencias pudieron deberse a que la mezcla mencionada era de primer año. En otro experimento realizado en INTA por Scheneiter et al. (2006) en una mezcla de festuca y alfalfa, la festuca fue la especie dominante en la pastura alcanzando valores de 65% del forraje disponible en un período similar al del presente trabajo. Una causa puede ser que el crecimiento de la festuca se ve afectado cuando se encuentra en competencia con especies agresivas o de alto vigor como el caso de la alfalfa (Carámbula, 1977). Esta menor cobertura de la festuca también se puede deber al manejo del pastoreo realizado durante el invierno, como ya se mencionó anteriormente el mismo no fue muy intenso, pero si frecuente por lo tanto un manejo inadecuado en el momento de crecimiento activo de la especie resulta en una disminución de su capacidad competitiva frente a otras especies (Escuder, 1996).

Con respecto al grado de enmalezamiento, en este tratamiento se mantuvo relativamente bajo no superando el 13% en comparación a las mezclas con Rg + Tr. Esto está asociado a lo afirmado por Carámbula (2002), en la cual las mezclas formadas por especies más perennes o con mayor persistencia tendrán menor infestación. Otro factor que contribuyó al menor enmalezamiento fue que la mezcla al presentar un componente estival, ésta ocupa el lugar de las malezas durante el verano otorgándole mayor productividad y persistencia a la pastura (Santiñana y Carámbula, 1981).

En la Figura No. 7 se observa la evolución de la composición botánica de la mezcla Rg + Tr CA en los 3 períodos de pastoreo.

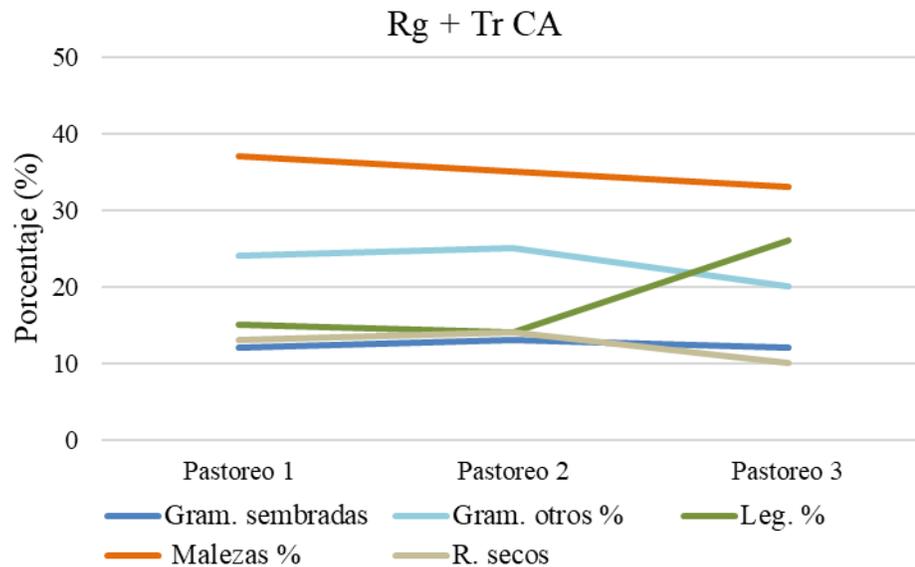


Figura No. 7. Evolución de la composición botánica en proporción para el tratamiento Rg + Tr CA en cada período de pastoreo

En primer lugar se puede destacar la baja cobertura del trébol rojo en los meses invernales, presentando un aumento en la misma durante los meses de primavera aunque en esta estación también se observó una importante cobertura de *Medicago lupulina*. Esto está asociado a que el cultivar Estanzuela 116 presenta su mayor crecimiento durante la primavera, precisamente en el mes de noviembre (Ayala et al., 2010). Y de esta forma ejerce una mayor competencia sobre las otras especies presentes, como malezas y otras gramíneas que tienen una leve tendencia a disminuir.

La muy baja cobertura del trébol rojo durante la mayor parte del período se debió al bajo número de plantas por metro cuadrado ya que se debe tener en cuenta que la pastura estaba transcurriendo su tercer año de vida y que según Altier (1996) entre el 7 y 43% de las plantas sobreviven al segundo año dado su alta susceptibilidad a la podredumbre de raíz y corona (Smetham, 1981a).

Por otro lado la baja cobertura de trébol rojo asociado también a la menor productividad reflejada en la menor disponibilidad de forraje puede ser consecuencia del manejo inadecuado del pastoreo durante el invierno, ya que esta especie afirma Smetham (1981a), no tolera pastoreos intensos y frecuentes, teniendo en cuenta que la intensidad durante el invierno en las mezclas Rg + Tr fue de entre 3,5 y 4 cm y la frecuencia de 30 días fue menor a la recomendada por Formoso (1996) de 60 días. Esto

también es coincidente con lo reportado por Casgrove, citado por Escuder (1996), quien afirma que una frecuencia de pastoreo de 10-12 cm puede generar una reducción en la producción de trébol rojo en un 50% y un efecto positivo en el raigrás.

Se puede decir que los porcentajes de leguminosas son bajos si se los compara con los resultados obtenidos por Figueira y Gómez (2018), quienes en una mezcla igual registraron porcentajes de 30% de leguminosas promedio aunque la misma era de primer año. Aunque Cerpa y Silvera (2016) registraron valores de 0% de trébol rojo en una igual mezcla de tercer año.

El importante grado de enmalezamiento en esta mezcla está asociado a diversos motivos, en primer lugar se debe tener en cuenta que es el tercer año de una mezcla bianual por lo tanto es esperable una pérdida de las especies sembradas por problemas de persistencia que dejan espacio para el ingreso de malezas y también se debe tener en cuenta que las dos especies que componen la mezcla son de ciclo productivo invernal, esto según Santiñaque y Carámbula (1981) generó la posibilidad de ingreso de malezas y gramíneas de ciclo estival como las mencionadas anteriormente. Esto también pudo traer la reducción de la persistencia de las especies productivas (Kleinschmidt, Jones et al., Castro y Escuder, Harris y Lazenby, citados por Santiñaque y Carámbula, 1981). Este enmalezamiento puede no considerarse tan alto si se lo compara con lo registrado por Cerpa y Silvera (2016) en una igual mezcla de tercer año siendo un 78% la proporción de malezas.

También se constata una baja proporción de raigrás a lo largo de todo el período, esto pudo estar asociado a un bajo número de plantas ya que Carámbula (2002) sostiene que las condiciones climáticas en Uruguay no son propicias para esta especie principalmente durante el verano, generando un comportamiento bianual (García, 2003). Esto coincide con lo reportado por Cerpa y Silvera (2016) aunque estos registraron un porcentaje de raigrás de 5% en una igual mezcla también de tercer año.

Con respecto a los restos secos, como ya se mencionó no existió diferencia significativa en la evolución a través de los tres períodos, pero se puede observar que hay una leve tendencia a disminuir esta proporción a medida que pasa el tiempo. Desde fines de otoño a invierno esta proporción fue mayor, esto se debe a que las malezas y gramíneas estivales como la gramilla empezaron a morir en esta época a causa de las heladas. Durante la primavera a causa del rebrote de las especies más productivas y de la descomposición de los restos secos, estos fueron disminuyendo.

En el Cuadro No. 6 se observa la composición botánica del forraje remanente para cada tratamiento.

Cuadro No. 6. Composición botánica promedio del forraje remanente de cada tratamiento en porcentaje

Tratamiento	Gram. sem. (%)	Gram. otros (%)	Leguminosas (%)	Malezas (%)	Restos secos (%)
FF + aa CB	20 AB	17 A	34 A	12 C	17 A
FF + aa CA	26 A	18 A	23 AB	20 BC	13 A
Rg + Tr CB	15 B	18 A	16 B	33 A	18 A
Rg + Tr CA	21 AB	11 A	17 B	33 AB	18 A

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

Como se puede observar en términos generales hubo muy pocas diferencias significativas entre los tratamientos. Las grandes diferencias en proporción que existía en el disponible tendieron a disminuir en el remanente. Para los tratamientos con FF + aa la proporción de leguminosa pasó de ser 40% en promedio para el disponible a ser cercano a 30% en el remanente, en las gramíneas sembradas también se constató una leve reducción de la proporción en uno de los tratamientos, a su vez otras gramíneas, malezas y restos secos tuvieron un aumento en su proporción de forma considerable. Como conclusión se puede decir que las especies más apetecidas fueron las que disminuyeron su proporción en relación a los demás componentes posiblemente porque éstas fueron seleccionadas por los animales y los componentes como malezas y restos secos principalmente fueron rechazados causando un aumento en su cobertura. Esto tiene relación con lo comentado por Zanoniani (1999) quien afirma que la selección que realizan los animales genera cambios en la relación de competencia entre las especies en desmedro de las más productivas y promoviendo las de menor valor nutritivo. Según Carámbula (2004), puede afectar de forma importante la composición botánica y hasta causar la desaparición de las especies más apetecidas.

En cambio en los tratamientos con Rg + Tr las modificaciones no fueron tan evidentes, la proporción de leguminosas sembradas tuvo una leve disminución en el remanente con respecto al disponible mientras que los restos secos presentaron un aumento de igual magnitud. Las proporciones de malezas y gramíneas se mantuvieron relativamente constantes en el remanente en comparación con el disponible. Una posible explicación a esto pudo ser la mayor intensidad de pastoreo realizada en estos tratamientos en relación a FF + aa, de forma que los animales no tuvieron la posibilidad de ejercer una mayor selección, viéndose obligados a consumir todos los componentes. Esto se asocia a lo comentado por Rattray y Clark, citados por Carámbula (2004) los

cuales afirman que durante un período de pastoreo determinado los animales se enfrentan progresivamente a una menor disponibilidad de forraje y también una dificultad en seleccionar su ingesta lo cual contribuye a aumentar el consumo de material muerto.

4.2.4 Suelo descubierto

En el Cuadro No. 7 se observa la proporción de suelo descubierto promedio para cada tratamiento.

Cuadro No. 7. Proporción de suelo descubierto promedio según tratamiento

Tratamiento	Suelo descubierto disponible (%)	Suelo descubierto remanente (%)
FF + aa CB	0.5 A	3.6 A
FF + aa CA	0.8 A	3.8 A
Rg + Tr CB	1.8 A	5.4 A
Rg + Tr CA	1.2 A	5.1 A

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

La proporción de suelo descubierto no presentó diferencias significativas entre los tratamientos tanto para el disponible como para el remanente. Pero en términos numéricos los tratamientos con Rg + Tr presentan una proporción de suelo descubierto levemente mayor a los tratamientos con FF + aa. Por otro lado esta proporción es mayor en el forraje remanente que en el disponible, a causa de la desaparición de forraje por parte de los animales en el período de pastoreo. Con respecto a las diferencias entre las mezclas, esta situación puede deberse a lo que fue explicado anteriormente en relación a la baja persistencia de las especies sembradas, tanto el trébol rojo como el raigrás. La desaparición de plantas o dicho de otra forma, la baja cobertura de las especies mencionadas pudo generar un aumento en la proporción de suelo descubierto. Por lo tanto la mayor proporción de suelo desnudo en los tratamientos con Rg + Tr también puede estar asociada al manejo del pastoreo realizado ya que en los mismos el pastoreo fue más intenso en promedio en comparación con FF + aa. Esto también queda demostrado cuando se analiza la evolución de la proporción de suelo desnudo a lo largo del experimento, en el cual durante el invierno es donde se observan las mayores proporciones coincidiendo con el momento de mayor intensidad de pastoreo.

Los porcentajes de suelo descubierto pueden considerarse bajos teniendo en cuenta que es una pastura de tercer año si se comparan con los datos registrados por Rodríguez et al. (2015) quienes en una pastura de raigrás y trébol rojo obtuvieron proporciones de suelo desnudo de 15% aunque estos valores corresponden al período estivo-otoñal. Para otro experimento en el mismo momento del año que el anterior pero

con una pastura de tercer año de raigrás y trébol rojo Cerpa y Silvera (2016) reportaron valores de 15% y 18% de suelo desnudo para el disponible y remanente respectivamente.

4.2.5 Forraje desaparecido

En el Cuadro No. 8 se puede observar el forraje desaparecido durante el pastoreo en promedio y el total para cada tratamiento.

Cuadro No. 8. Forraje desaparecido promedio y total en kg MS/ha para cada tratamiento

Tratamiento	Desaparecido promedio (kg MS/ha)	Desaparecido total (kg MS/ha)
FF + aa CB	1510 A	4529 A
FF + aa CA	1351 AB	4053 AB
Rg + Tr CB	988 AB	2963AB
Rg + Tr CA	881 B	2644 B

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

En primer lugar se puede ver que solo los tratamientos FF + aa CB y Rg + Tr CA difirieron estadísticamente, no registrándose diferencias entre distintas cargas de la misma mezcla. Es importante mencionar que existe una asociación en términos numéricos entre el forraje desaparecido y el disponible. Los tratamientos FF + aa que presentaron mayores valores de forraje disponible también presentaron mayores valores de forraje desaparecido con respecto a Rg + Tr. Por otro lado también se constata una tendencia en términos numéricos en el que a medida que aumenta la oferta de forraje aumentan los kg de forraje desaparecido. Esto es coincidente con lo reportado por Vaz Martins et al. (2003) quienes afirman que animales pastoreando a altas asignaciones de forraje se asocian a mayores cantidades de forraje desaparecido. Según Saldanha (2005) este forraje desaparecido es un estimador del consumo animal. Aunque también se debe tener en cuenta que con muy altas ofertas de forraje también se genera un mayor desperdicio del forraje por pisoteo pudiendo sobrestimar el consumo. Como conclusión se puede decir que los animales de los tratamientos FF + aa presentaron un mayor consumo de forraje en términos numéricos que los animales de los tratamientos Rg + Tr debido a la mayor oferta de forraje ya que la misma es uno de los principales factores que afectan el consumo según Holmes y McMillan, Holmes, citados por Cangiano (1996). El consumo de forraje por parte del animal es explicado por múltiples factores relacionados al animal, la pastura, el manejo y el ambiente (Cangiano, 1996), otro de los factores que puede estar explicando el mayor consumo en los tratamientos FF + aa es la mayor proporción de leguminosas que estos presentan debido a que las mismas estimulan un mayor consumo por parte de los animales (Cangiano, 1996) que está explicado por la mayor tasa de pasaje en el rumen que presentan las leguminosas (Montossi et al., 1996). A esto se le suma otro factor que pudo promover un mayor

consumo en las mezclas FF + aa, el hábito de crecimiento erecto de la alfalfa que fue el componente de mayor importancia. Esta característica según Haynes, citado por Saldanha (2005) permite obtener mayores utilidades ya que son más accesibles para los animales.

La cantidad de forraje desaparecido en la mezcla Rg + Tr igualó a la cantidad de forraje producido. Esto es debido a que en el período experimental los animales utilizaron forraje que se produjo antes de comenzar el mismo, en otras palabras hubo un traslado de forraje producido en el otoño que se consumió en el período experimental.

Considerando las diferencias en la oferta de forraje que existe entre los tratamientos desde 4,3 hasta 8,7 kg MS/100 kg PV sería pertinente esperar que a medida que aumenta esta oferta, los porcentajes de utilización de forraje disminuyeran como lo afirma Cangiano (1996). Aunque esto no fue lo que sucedió ya que la utilización es afectada también por otros factores. En la Figura No. 8 se observan los porcentajes de utilización del forraje disponible para cada tratamiento.

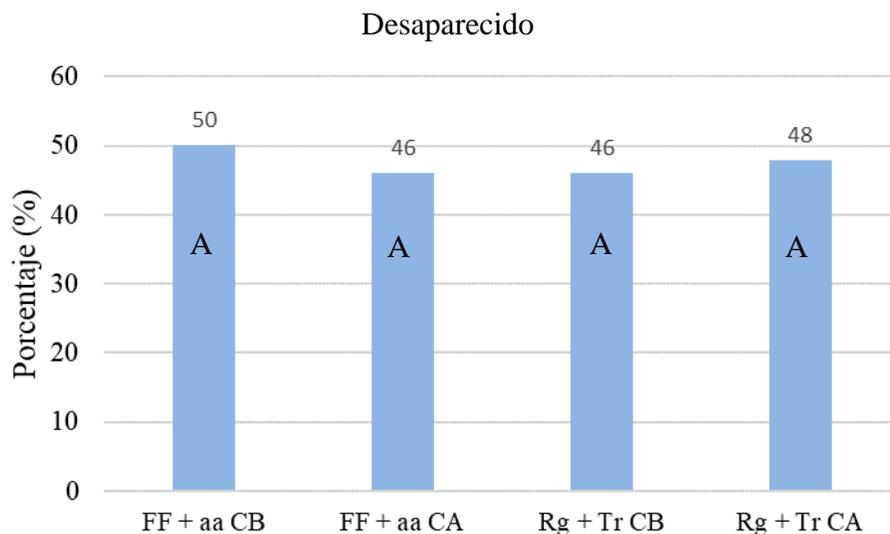


Figura No. 8. Porcentaje de utilización del forraje disponible para cada tratamiento

Los distintos tratamientos no presentaron diferencias significativas en cuanto a la utilización, esto llama la atención particularmente en los tratamientos de menor oferta de forraje que son los compuestos por Rg + Tr en los que se esperaría una mayor utilización. Esto puede estar asociado a varios motivos, por un lado puede estar posiblemente explicado por la importante cantidad de forraje remanente (914 y 1125 kg MS/ha) comprendidos en 5 y 6 cm desde el suelo para la carga alta y baja respectivamente que según Saldanha (2005) este parámetro puede limitar la utilización

por parte de los animales. Esta autora observó en un experimento que no fue posible obtener utilidades mayores a 50% en pasturas con especies cespitosas que concentraron el forraje en los primeros centímetros. En este caso la importante proporción de malezas de bajo porte como las mencionadas en puntos anteriores podría explicar estos resultados. Otro motivo que pudo tener un efecto negativo en el consumo y la utilización es la altura de la pastura en los tratamientos Rg + Tr, ya que la intensidad de pastoreo en los mismos fue entre 5 y 6 cm y Montossi et al. (1996) afirman que valores de altura de la pastura menores a 8 cm reduce el consumo y que el aumento en el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado no compensa esta reducción.

En contraste con los resultados obtenidos por Rodríguez et al. (2015) en mezclas de alfalfa + dactylis y raigrás + trébol rojo con ofertas de forraje de 3,7 kg MS/100 kg PV promedio obtuvieron porcentajes de utilización de 37 y 41% respectivamente. Por otro lado Cerpa y Silvera (2016) observaron en una mezcla igual a la recién mencionada con ofertas de forraje de 4,3 y 2,3 kg MS/100 kg PV para alfalfa + dactylis y raigrás + trébol rojo respectivamente, una tendencia similar en la medida que el tratamiento con mayor oferta de forraje presentó mayor forraje desaparecido sin constatar diferencias significativas con respecto al porcentaje de utilización. Antonaccio et al. (2016) trabajando con distintos tipos de mezclas con ofertas de forraje similares a las del presente trabajo también registraron mayores valores de forraje desaparecido a medida que aumentó la oferta sin registrar diferencias estadísticas en los porcentajes de utilización.

4.2.6 Producción de materia seca

4.2.6.1 Tasa de crecimiento

En el Cuadro No. 9 se presentan los valores de la tasa de crecimiento promedio para cada tratamiento durante todo el período experimental.

Cuadro No. 9. Tasa de crecimiento promedio para cada tratamiento

Tratamiento	Tasa de crecimiento (kg MS/ha/día)
FF + aa CA	26 A
FF + aa CB	24 A B
Rg + Tr CB	15 B C
Rg + Tr CA	13 C

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

Se observa una diferencia significativa en la tasa de crecimiento entre las mezclas, teniendo las mezclas de FF + aa en promedio el doble de tasa de crecimiento que las mezclas de Rg + Tr para el período de estudio. Esta diferencia en el crecimiento

de las pasturas explica en gran medida las diferencias en la evolución del forraje disponible observado.

Estos valores son inferiores a los obtenidos por Figueira y Gómez (2018), que para el mismo tipo de mezcla pero en su primer año reportan tasas de crecimiento promedio de 61 y 39 kg MS/ha/día para las mezclas FF + aa y Rg + Tr respectivamente. Estas diferencias se deben a que este último trabajo se realizó solamente en el período primaveral y corresponde a una pradera de primer año. Si se compara con una pradera de tercer año también existen diferencias en las tasas de crecimiento obtenidas, De Souza y Presno (2013) trabajando con mezclas de dactylis + aa y FF + Tb + Lc obtuvieron tasas promedio de 39 y 46 kg MS/ha/día respectivamente para el mismo período del presente trabajo.

Estos bajos valores en la tasa de crecimiento en los tratamientos de Rg + Tr en comparación a los tratamientos FF + aa evidencian un deterioro de la pastura en su tercer año, lo cual está relacionado con la composición botánica analizada anteriormente. Se evidencia una pérdida en la cobertura ocupada por las especies sembradas y su lugar siendo ocupado por especies menos productivas o por malezas.

Otro factor que explica la mayor tasa de crecimiento de FF + aa es la mayor cantidad de forraje remanente. La cantidad de forraje remanente puede ser mencionado como uno de los factores que más influencia tiene sobre el rebrote y por lo tanto sobre la tasa de crecimiento de una pastura sometida a un pastoreo rotativo. Según Escuder (1996) la tasa de crecimiento del rebrote aumenta al aumentar el IAF, como resultado de la relación entre la tasa de crecimiento y la radiación interceptada.

En la siguiente Figura No. 9 se observa la evolución en kg MS/ha/día de la tasa de crecimiento para cada período de pastoreo del forraje disponible en cada pastoreo.

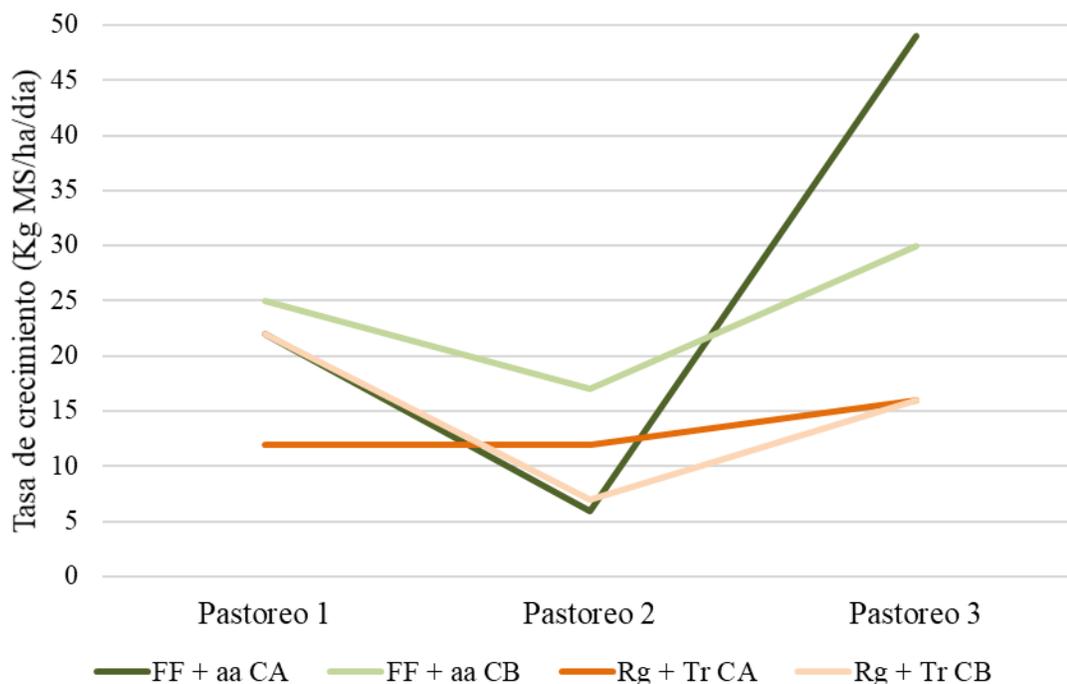


Figura No. 9. Evolución de la tasa de crecimiento para todo el período experimental para las dos mezclas

Si bien existe variación en la evolución de la tasa de crecimiento principalmente en las mezclas de FF + aa, se puede decir que durante todo el período la misma presentó valores inferiores a los citados en la bibliografía. Formoso (1996), Carámbula (2002) trabajando con alfalfa y trébol rojo, en los meses de setiembre y octubre reportan tasas de crecimiento promedio de 60 Kg MS/ha/día para la alfalfa y de 40 Kg MS/ha/día para el trébol rojo. En el período 1 y 2 no existieron diferencias significativas entre tratamientos pero en el período 2 en promedio fue el de menores tasas de crecimiento (ver anexos).

Los bajos valores de tasa de crecimiento en invierno en la mezcla FF + aa CA también están explicados por el manejo del pastoreo en esa estación, ya que el mismo tuvo una altura de ingreso a pastorear de 10 cm, esto afectó la acumulación de reservas de alfalfa teniendo un efecto en el rebrote y crecimiento posterior.

En primavera en los tratamientos FF + aa CA y CB no existieron diferencias significativas (ver anexos), aunque numéricamente las diferencias son de 20 kg MS/día.

Estas diferencias no son esperables ya que los tratamientos no presentaron diferencias con respecto a forraje remanente, altura del mismo y composición botánica.

Las variables climáticas explican gran parte de la variación observada en la tasa de crecimiento a lo largo de todo el período. Siendo la temperatura uno de los factores más determinantes, como puede observarse la tasa de crecimiento es mayor en aquellos períodos en que fue mayor la temperatura, destacándose en la primavera (pastoreo 3) un aumento muy marcado en la tasa de crecimiento a medida que aumenta la temperatura media diaria. El principal parámetro fisiológico afectado es la velocidad de aparición de hojas, la cual se incrementa a medida que aumenta la temperatura diaria, esto genera que disminuya el número de días entre la aparición de dos hojas sucesivas.

4.2.6.2 Producción de forraje

En el Cuadro No. 10 se presenta la producción total de forraje, la cual considera el crecimiento para todo el período experimental.

Cuadro No. 10. Producción total de forraje por tratamiento

Tratamiento	Producción de forraje (kg MS/ha)
FF + aa CA	5504 A
FF + aa CB	4739 AB
Rg + Tr CA	2656 B
Rg + Tr CB	2986 B

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

Se observa que existe una diferencia significativa en la producción de forraje del tratamiento FF + aa CA con ambos tratamientos de Rg + Tr y que si bien el tratamiento FF + aa CB no es estadísticamente distinto de los tratamientos de Rg + Tr, numéricamente hay una diferencia importante. Este comportamiento era esperable según el comportamiento de la tasa de crecimiento y el forraje disponible de los distintos tratamientos.

De Souza y Presno (2013) trabajando con mezclas de dactylis + aa y FF + Tb + Lc en su tercer año y para el mismo período de este trabajo obtuvieron producciones de forraje de 5832 y 6363 Kg MS/ha. Estos resultados indican que la mezcla e FF + aa logró mantener al tercer año una alta producción de forraje, siendo la misma impulsada por la elevada producción primaveral, lo que genera una estacionalidad muy marcada en la producción de forraje. Ya la mezcla de Rg + Tr al tercer año no logró mantener una producción similar a los valores revisados en la bibliografía para otras mezclas, mostrando un deterioro importante de la pastura lo que se pudo ver también en la composición botánica y la tasa de crecimiento de la misma.

4.2.7 Oferta de forraje

Las ofertas de forraje no fueron predeterminadas antes de comenzar el trabajo experimental, sino que se determinaron al final en base a la producción de forraje y la carga animal utilizada.

En el Cuadro No. 11 se presenta la evolución de la oferta de forraje para cada tratamiento en los distintos períodos de pastoreo.

Cuadro No. 11. Evolución de la oferta de forraje para todo el período experimental

Tratamiento	Oferta de forraje (kg MS/100Kg PV)			
	Pastoreo 1	Pastoreo 2	Pastoreo 3	Promedio
FF + aa CB	9,9	7,9	8,8	8,7
FF + aa CA	6,5	4,1	9,4	6,7
Rg + Tr CB	7,6	6,2	5,7	6,2
Rg + Tr CA	4,3	4,4	4,4	4,3

Estas distintas ofertas de forraje promedio son resultado principalmente de la distinta producción de forraje que tuvieron las mezclas y también de una distinta evolución del PV promedio en cada mezcla. Los tratamientos con carga baja presentan ofertas de forraje mayores cuando son comparados con carga alta dentro de la misma mezcla. En el caso de FF + aa CA la menor oferta es consecuente directa de una mayor carga utilizada ya que no existieron diferencias en disponibilidad de forraje con FF + aa CB. Mientras que en Rg + Tr CA la menor oferta es consecuencia tanto de una mayor carga animal como de una menor disponibilidad de forraje que Rg + Tr CB.

En el tratamiento de menor oferta de forraje se espera que exista un menor consumo de forraje por parte de los animales ya que este presenta una respuesta asintótica a valores de 3 a 4 veces mayores a la demanda animal y este menor consumo puede afectar las ganancias de peso individuales. Por otro lado en el tratamiento con mayor oferta de forraje se espera una mayor ganancia individual y una menor producción por hectárea. Para la mezcla de Rg +Tr aunque hayan presentado distintas ofertas de forraje no se esperan grandes diferencias en comportamiento animal ya que en los dos casos la altura del forraje remanente fue baja y el nivel de enmalezamiento alto fue una limitante para la accesibilidad al forraje y también afectando la productividad y persistencia de la pastura en ambos casos.

Se observa que la oferta de forraje fue variable para algunos tratamientos a lo largo de todo el período del experimento, como consecuencia de una distinta producción de forraje en cada tratamiento y también una variación en el peso vivo en función de las ganancias que se dieron. Durante el pastoreo 2 se da un descenso de la oferta de forraje

en los tratamientos que inicialmente tenían valores más elevados, esto se dio por una disminución en la producción de forraje y por ende en el forraje disponible durante este período. El tratamiento Rg + Tr CA fue el único que no presentó una disminución en la oferta de forraje y tuvo los valores más bajos a lo largo de los pastoreos, esto se dio porque inicialmente este tratamiento ya presentaba una baja oferta de forraje y fue el de menor producción de forraje, mostrando las menores disponibilidades de forraje. Esto evidencia un deterioro mayor de esta pastura. La mezcla de FF + aa, tanto CA como CB presentaron un aumento de la oferta de forraje en el pastoreo 3 que se dio en primavera, este fue resultado de un aumento de la producción de forraje de la pastura ante mejores condiciones para el crecimiento, esto indica un mejor estado de estas dos pasturas y que aún mantienen capacidad de acumular forraje cuando se dan condiciones favorables para el crecimiento.

4.3 PRODUCCIÓN ANIMAL

A continuación se analizarán los resultados que tienen que ver con producción animal haciendo énfasis en cada tratamiento en términos de ganancia media diaria en kilogramos de peso vivo por animal y por día. Por otro lado también se analizarán los mismos datos de producción en kilogramos de PV por hectárea.

En el Cuadro No. 12 se observa el peso inicial, final y promedio por animal y carga animal para cada tratamiento.

Cuadro No. 12. Peso vivo inicial, final y promedio por animal y carga animal en kg/ha PV según tratamiento

Tratamiento	Peso vivo inicio (kg)	Peso vivo final (kg)	Peso promedio (kg)	Carga Kg/ha PV
FF + aa CB	316	521	419	698
FF + aa CA	325	488	406	903
Rg + Tr CB	342	477	410	683
Rg + Tr CA	318	448	383	851

Como puede observarse en el peso inicial no existen grandes diferencias entre tratamientos, siendo 26 kg la diferencia máxima. Las diferencias en los pesos finales son resultado de las distintas ganancias diarias atribuibles a cada tratamiento que será explicado más adelante. La diferencia que existe entre los tratamientos de carga alta y carga baja es de aproximadamente 170 y 200 kg/ha para Rg + Tr y FF + aa respectivamente, aunque la diferencia entre los tratamientos fue de un animal la misma no se vio reflejada al convertir la carga total en carga kg/ha.

4.3.1 Ganancia media diaria por animal

En el Cuadro No. 13 se puede observar la ganancia media diaria por animal para cada período y promedio de todo el experimento para cada tratamiento. Los períodos quedaron determinados por las fechas en el cual se realizaron las pesadas de los animales, siendo la ganancia 1 la que ocurrió entre las fechas 1/5/19 y 11/7/19, la ganancia 2 entre 11/7/19 y 30/9/19, la ganancia 3 entre 30/9/19 y 28/11/19.

Cuadro No. 13. Ganancia media diaria por animal promedio y en cada período para cada tratamiento

Tratamiento	Ganancia 1 (kg/a/d)	Ganancia 2 (kg/a/d)	Ganancia 3 (kg/a/d)	Ganancia promedio (kg/a/d)
FF + aa CB	0,88 A	0,73 A	1,44 A	0,98 A
FF + aa CA	0,56 B	0,49 B	1,41 A B	0,77 B
Rg + Tr CB	0,36 C	0,40 B	1,27 B	0,63 C
Rg + Tr CA	0,48 B C	0,44 B	1,03 C	0,60 C

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

En el período 1 se puede observar como el tratamiento FF + aa CB es el que presenta mayor ganancia diaria siendo distinto de los otros tratamientos de forma significativa. El tratamiento FF + aa CA presentó mayor ganancia que Rg + Tr CB y éste a su vez presentó igual ganancia que Rg + Tr CA. Éste último tampoco tuvo diferencias con FF + aa CA. Las causas por las cuales es afectada la ganancia o producción animal son variadas, según Allegri (1982), éstas pueden ser la disponibilidad, valor nutritivo y utilización de las pasturas cuando los factores del animal no son limitantes. La mayor ganancia registrada en el tratamiento FF + aa CB en relación a los demás tratamientos está asociada a un conjunto de factores, en primer lugar una mayor disponibilidad de forraje asociado a una mayor altura del mismo y a una mayor oferta de forraje (10 %) que se tradujo en mayor cantidad de forraje desaparecido, esto pudo generar un mayor consumo animal. Este conjunto de variables están fundadas en las afirmaciones de una serie de autores, en primer lugar Escuder (1996) sostiene que la eficiencia de conversión del forraje en producto animal aumenta al aumentar el consumo, el mismo es afectado por la oferta de forraje y la cantidad de forraje disponible por animal y por hectárea (Cangiano, 1996). Vaz Martins et al. (2003) sostienen que mayores asignaciones de forraje se asocian a mayores cantidades de forraje desaparecido, esto a su vez a mayores cantidades de forraje consumido (Cangiano 1996, Saldanha 2005). La mayor altura del disponible (23 cm) en comparación a los demás tratamientos también pudo favorecer un aumento en el consumo ya que la altura incide sobre la facilidad de cosecha y en el peso del bocado (Cangiano, 1996). Por otro lado el tratamiento FF + aa CA que presentó mayor ganancia que Rg + Tr CB de forma significativa se dio por distintos motivos, aunque la oferta de forraje y la disponibilidad del mismo en este período hayan sido similares, en el primer tratamiento la altura del disponible y la cantidad de forraje

desaparecido fueron mayores de forma que pudo posibilitar un mayor consumo de materia seca. En otro sentido como fue analizado en composición botánica, las mezclas de festuca y alfalfa presentaron mayores proporciones del componente leguminosa en todo el experimento, este motivo promueve el consumo de materia seca y en consecuencia una mayor ganancia de peso. Coincidiendo con Cangiano (1996), quien afirma que mezclas en las que predominan las leguminosas se esperan mayores valores de utilización ya que estimulan un mayor consumo, debido a que las mismas se asocian a una mayor tasa de pasaje en el rumen con respecto a las gramíneas, alcanzando el máximo consumo con ofertas de forraje menores que con gramíneas. En el caso de la mezcla de raigrás y trébol rojo, esta presentó mayores proporciones de malezas que también pudieron perjudicar el consumo y ganancia animal.

En el período 2 se puede observar como el tratamiento FF + aa CB al igual que en el período 1 es el que presenta mayor ganancia diaria de forma significativa en relación a los demás tratamientos. Los tratamientos FF + aa CA, Rg + Tr CB y Rg + Tr CA no presentaron diferencias significativas entre sí. El mejor comportamiento del tratamiento FF + aa CB esta explicado al igual que en el período anterior por una mayor oferta de forraje (8 %), mayor disponibilidad de forraje por hectárea (2090 kg/ha) asociado a una mayor altura (15 cm) y mayor cantidad de forraje desaparecido que como se explicó, pudo permitir un mayor consumo animal en relación a los demás tratamientos que presentaron una oferta de forraje de entre 4 y 6 %. En este caso es importante remarcar que el período 2 se encuentra entre los meses con menores temperaturas registradas durante el experimento (julio, agosto y septiembre) y como se analizó para el forraje disponible el mismo fue el más bajo de todo el experimento en este período y también la altura del mismo en todos los tratamientos. Estas variables causaron que en este período se hayan registrado las menores ganancias medias diarias de todo el experimento aunque las ofertas de forraje no hayan variado considerablemente entre períodos. Otra explicación a este comportamiento es que se registraron altas intensidades de pastoreo, variando entre 3,5 y 5 cm acompañado de remanentes de 1000 kg/ha para el tratamiento FF + aa CB y entre 750 y 900 kg/ha para los demás tratamientos. Esto pudo tener un efecto perjudicial en el consumo animal como afirman Montossi et al. (1996) que a valores de altura de la pastura menores a 6-8 cm el efecto de compensación de aumentar el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados es insuficiente para compensar la reducción en el consumo animal. La reducción en el consumo es importante con alturas de la pastura menores a 4 cm. También Holmes, citado por Cangiano (1996) sostiene que la disponibilidad de forraje inicial debería ser superior a 2200 kg/ha y que con 1500 kg/ha los animales no pueden alcanzar altos consumos ya que se afecta el peso de bocado. Frasinelli, citado por Escuder (1996) también afirma que cuando la biomasa disminuye de 4100 a 1000 kg/ha puede generar una disminución en el consumo de un 40% y Risso y Zarza, citados por Montossi et al. (1996) coincidiendo con los autores anteriores sostienen que la ganancia es máxima con remanentes mayores a 2000 kg/ha y que con remanentes menores a este la ganancia comienza a disminuir. Con estos reportes es factible esperar que con los bajos valores de

remanente registrados en este período pudieran afectar el consumo y ganancia media diaria animal.

En el período 3 se observa que el tratamiento FF + aa CB no presenta diferencias con el tratamiento FF + aa CA siendo los que presentan mayores valores numéricos de ganancia media diaria, este último a su vez no presenta diferencias con el tratamiento Rg + Tr CB. Rg + Tr CA es el tratamiento que presenta menor ganancia diaria. En primer lugar se deben destacar las altas ganancias de peso registradas en este período superando 1 kg/a/d en todos los tratamientos coincidiendo con el período primaveral. Los tratamientos FF + aa CB y FF + aa CA no presentaron diferencias debido a que por un lado no tuvieron grandes diferencias en oferta de forraje (9 %) aproximadamente y en los 2 casos el forraje disponible a pesar de tener diferencias, este fue alto (mayor a 3000 kg/ha) destacando que tampoco hubo diferencias en altura del forraje disponible y remanente siendo 30 y 14 cm respectivamente. Estas alturas y disponibilidades de forraje no serían limitantes para el consumo y consecuente ganancia de peso vivo ya que en este período no se presentan las limitantes en altura que existieron en los períodos anteriores según lo explicado en el párrafo anterior. El tratamiento Rg + Tr CB presentó menores ganancias que FF + aa CB aunque sin grandes diferencias numéricas ya que tanto la disponibilidad de forraje como la oferta del mismo fue menor que en la mezcla con festuca. La mayor ganancia de los 2 tratamientos de Rg + Tr podría estar explicada por la importante proporción de trébol rojo que aumentó en este período pasando de 14 % en el período anterior a valores cercanos a 30 % en el período 3, esto también podría estar explicando la mejor performance registrada en relación a los anteriores períodos considerando que los animales seleccionan preferentemente leguminosas que gramíneas (Bhseño y Wildman, Boostma et al., Armstrong et al., citados por Montossi et al., 1996). Otro punto a remarcar es que el raigrás perenne presenta mayor digestibilidad a etapas avanzadas que la festuca (Cangiano, 1996), este motivo pudo permitir buenas ganancias aún con menor disponibilidad y oferta de forraje. El tratamiento Rg + Tr CA presentó la menor ganancia de todos los tratamientos aunque esta fue superior a 1 kg/a/d. Esto se puede explicar por la menor oferta de forraje (4 %) en comparación al resto de los tratamientos y por la disponibilidad menor a 1900 kg/ha que estuvo asociado a una baja cantidad de remanente y una baja altura del mismo (6 cm).

En el Cuadro No. 14 se puede observar la ganancia media diaria por animal para cada estación según tratamiento. La ganancia de invierno corresponde a las ganancias registradas en los períodos 1 y 2, la ganancia de primavera corresponde a las ganancias registradas en el período 3.

Cuadro No. 14. Ganancia media diaria promedio y por estación para cada tratamiento

Tratamiento	Ganancia invierno (kg/a/d)	Ganancia primavera (kg/a/d)	Ganancia promedio (kg/a/d)
FF + aa CB	0,80	1,44 A	0,98 A
FF + aa CA	0,52	1,41 AB	0,77 B
Rg + Tr CB	0,38	1,27 B	0,63 C
Rg + Tr CA	0,46	1,03 C	0,60 C

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

En comparación con un experimento realizado por De Souza y Presno (2013) durante las mismas estaciones con novillos Holando de similar peso que el actual trabajo, una mezcla de alfalfa y una gramínea perenne pastoreada con ofertas de forraje de 9 % para las dos estaciones se registraron ganancias de 1,6 kg/a/d durante la primavera y 0,1 kg/a/d durante el invierno. Teniendo en cuenta que las ofertas de forraje manejadas en el tratamiento FF + aa CB fueron similares en todo el experimento al trabajo mencionado, se puede decir que las ganancias de primavera en este trabajo fueron sensiblemente menores y las ganancias de invierno fueron superiores. Estas diferencias se pueden haber generado debido a que en el experimento de De Souza y Presno (2013) los animales durante el invierno sufrieron problemas digestivos por un cambio en la dieta. En otro experimento Figueira y Gómez (2018) con novillos Holando de similar peso pastoreando una mezcla de festuca y alfalfa durante la primavera con ofertas de forraje de entre 7,5 y 8,5 % obtuvieron ganancias de 1,6 y 1,5 kg/a/día respectivamente. En comparación con las mismas mezclas del presente trabajo se puede decir que las ganancias son relativamente coincidentes ya que las condiciones de los experimentos fueron similares entre sí. Los mismos autores en una segunda mezcla de raigrás y trébol rojo en el mismo momento registraron ganancias de 1,8 y 1,5 kg/a/d con ofertas de forraje de 5 y 6,5 % respectivamente. Las ganancias de este trabajo fueron menores a las del experimento de Figueira y Gómez (2018), este resultado puede deberse a la baja proporción de malezas y mayor proporción de leguminosas registradas en el mismo. Gallo et al. (2015) en una mezcla de raigrás y trébol rojo durante invierno y primavera con ofertas de forraje de 9, 4 y 7% para invierno, primavera temprana y tardía respectivamente registraron en animales de 190 kg promedio, unas ganancias de peso de 0,7 y 0,6 kg/a/d durante el invierno y primavera respectivamente. Las mayores diferencias se encuentran en las ganancias durante la primavera, esto pudo deberse a que en el experimento mencionado se registraron altos niveles de malezas inclusive mayores que en el presente trabajo acompañado de bajas tasas de crecimiento y muy bajos porcentajes de utilización (entre 20 y 30%). Por otro lado Almada et al. (2007)

registraron ganancias medias diarias de hasta 1,7 kg/a/d con aumentos en la asignación de forraje de hasta 7 % en una mezcla en base a raigrás perenne y otras leguminosas. En un mismo sentido Agustoni et al. (2008) registraron iguales ganancias máximas con aumentos en la asignación de forraje de hasta 9,5 % con una mezcla igual a la mencionada anteriormente. En este trabajo las máximas ganancias (1,4 kg/a/d) se obtuvieron con ofertas de forraje cercanas a 9 % en las mezclas con alfalfa sin contar con registros de oferta mayores a este valor. Estas ganancias fueron menores a las registradas por los autores mencionados debido a que las pasturas de los mismos eran de segundo año, en uno de los casos con niveles de leguminosas superiores al 60 % y mínimos valores de malezas que pudieron otorgarle mayor productividad. Aunque se debe destacar que existió una respuesta errática en la ganancia a los cambios en la oferta de forraje en donde una misma oferta pudo tener distintas respuestas en la ganancia ya que las condiciones fueron muy variables, distintas mezclas, períodos de pastoreo, composiciones botánicas y disponibilidades además con cambios en la estructura vertical que afectan las ganancias como fue explicado en cada caso anteriormente. En conclusión se puede decir que con respecto a la mezcla de festuca y alfalfa las ganancias obtenidas en todo el período se consideran aceptables comparativamente con la bibliografía teniendo en cuenta que es una pastura de tercer año. Para el caso de la mezcla de raigrás con trébol rojo los resultados obtenidos fueron menores a algunos trabajos aunque teniendo en cuenta el deterioro de la pastura pensando en la pérdida de especies y enmalezamiento los resultados podrían estar dentro de lo esperable.

4.3.2 Producción de peso vivo por animal y por hectárea

En el Cuadro No. 15 se presentan los valores de ganancia de peso vivo promedio por animal y la producción de peso vivo por hectárea para todo el período experimental.

Cuadro No. 15. Ganancia promedio por animal y producción de peso vivo por hectárea para cada tratamiento

Tratamiento	Ganancia de PV promedio por animal (Kg)	Producción de PV por hectárea (Kg/ha)
FF + aa CA	163	363
FF + aa CB	205	341
Rg + Tr CA	131	290
Rg + Tr CB	135	226

La producción en kg/ha de PV se calculó multiplicando la cantidad de animales en cada parcela, por las ganancias promedio de los animales en las mismas y luego se corrigió para ser expresado por hectárea. Se observa que la ganancia de PV promedio por animal presenta diferencias entre los tratamientos. Estas diferencias están

relacionadas en primer lugar con el tipo de mezcla y en segundo lugar con las ofertas manejadas en cada tratamiento, siendo el tratamiento FF + aa CB el de mayor ganancia de PV por animal y el de mayor oferta de forraje, el tratamiento Rg + Tr CA es el de menor ganancia y el de menor oferta de forraje. Ya en los otros dos tratamientos que fueron manejados con ofertas de forraje similares, el tratamiento FF + aa CA presenta una ganancia de PV superior al tratamiento Rg + Tr CB. Esto evidencia que además de la carga manejada, cada mezcla tuvo un impacto distinto sobre la performance animal.

En las Figuras No. 10 y 11 se observa la ganancia media diaria y producción de PV por hectárea en función de la oferta de forraje para cada tratamiento.

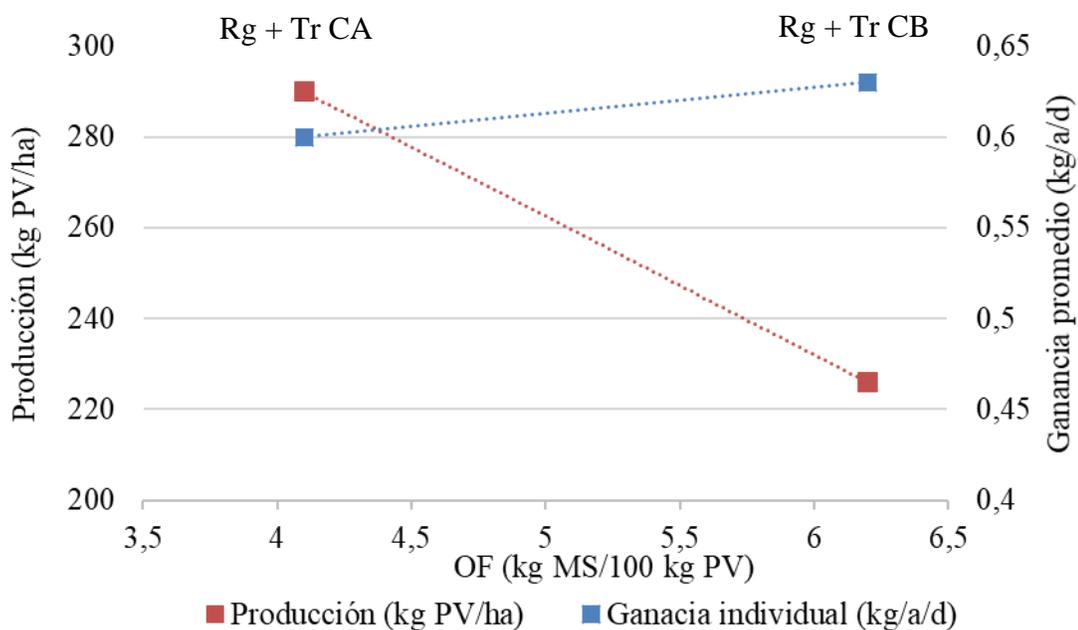


Figura No. 10. Producción de PV y ganancia individual diaria según la oferta de forraje para la mezcla Rg + Tr

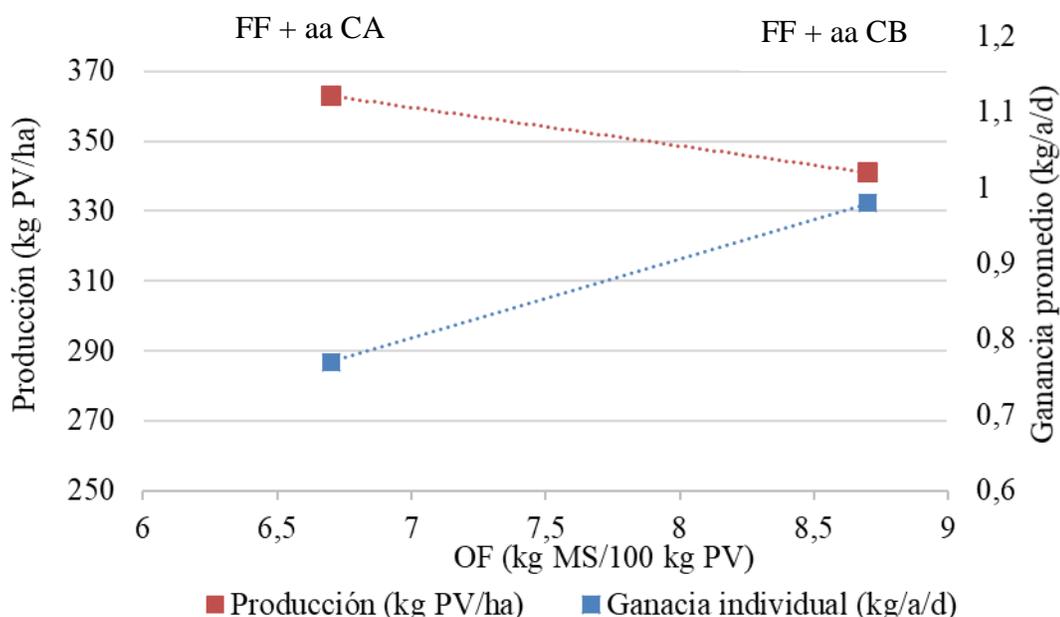


Figura No. 11. Producción de PV y ganancia individual diaria según la oferta de forraje para la mezcla FF + aa

Dentro de cada mezcla los tratamientos con mayor carga tuvieron una mayor producción por hectárea. Esto se puede ver claramente en el tratamiento FF + aa CB que tuvo una oferta de forraje promedio de 8,7 % y los animales tuvieron una mayor ganancia individual pero el tratamiento FF + aa CA que fue manejado con una oferta de forraje promedio de 6,7 % presentó mayor producción de PV por hectárea, en este caso la mayor ganancia individual del tratamiento con carga baja no logró compensar la producción de peso vivo por hectárea. Se podría esperar que el tratamiento FF + aa CA presentara una mayor ganancia individual ya que la oferta de forraje promedio de 6,7 % no sería una limitante pero se debe considerar que durante el invierno la misma fue de 4 % con baja altura y forraje remanente que pudieron ser una limitante de la ganancia diaria. En los tratamientos de Rg + Tr ocurre la misma tendencia pero con ganancias individuales menores resultado de que las ofertas de forraje fueron en promedio menores en estos tratamientos. En la mezcla Rg + Tr no existió una respuesta de la ganancia individual a un aumento en la oferta de forraje debido a la imposibilidad de seleccionar forraje de mejor calidad y a otros factores que afectaron el consumo mencionados anteriormente.

Cuando se compara la mezcla de FF + aa CA y Rg + Tr CB que fueron manejadas a una oferta de forraje promedio similar 6,7 y 6,2 %, la primera tuvo una producción superior de 137 Kg de PV por hectárea. Por lo tanto a igual oferta de forraje la producción de kg/ha de PV puede ser diferente debido a una dotación distinta. La

mayor producción de forraje de la mezcla FF + aa en relación a la mezcla de Rg + Tr permitió que una mayor dotación no afectara la oferta de forraje.

Figueira y Gómez (2018) trabajando con los mismos tipos de mezclas pero en su primer año, con ofertas de forraje similares a las del presente trabajo obtuvieron mayores valores de producción de PV por hectárea para todos los tratamientos, con valores promedio de 404 y 429 Kg/ha para los tratamientos de las mezclas de FF + aa y Rg + Tr respectivamente. Estas diferencias pueden ser explicadas por la edad de la pastura, ya que estos valores fueron obtenidos en una pastura de primer año que tiene una mayor proporción de los componentes sembrados y por lo tanto mejor calidad de forraje.

De Souza y Presno (2013) obtuvieron producciones de 345 Kg de PV por hectárea sobre una pradera mezcla de dactylis + aa y en otra mezcla de FF + Tb + Lc obtuvieron una producción de 415 Kg de PV/ha. Ambas en su tercer año y para el mismo período del presente trabajo pero con una dotación de 3,1 animales/ha, un poco superior a la de este trabajo. Mientras que las ganancias individuales fueron de 112 Kg de PV por animal para la mezcla dactylis + aa y de 135 Kg de PV por animal para la mezcla de FF + Tb + Lc. Esto hace suponer que en el tratamiento de FF + aa CA se podría aumentar la producción de PV aumentando la carga animal de 2,2 a 3,1 animales por hectárea, pero De Souza y Presno (2013) trabajaron con ofertas de forraje promedio de 8,7 y 9 % y en este tratamiento fue de 6,7% no habiendo un margen para aumentar la carga sin afectar la ganancia individual y la estructura de la pastura.

Analizando la producción de forraje conjuntamente con la producción animal se evidencia que las dos mezclas estudiadas tienen distinta capacidad de producción, siendo la mezcla de FF + aa siempre superior en productividad. El tratamiento de FF + aa CA manejado con una oferta de 6,7 % representa el óptimo porque se obtienen las mayores ganancias de PV por unidad de superficie y con buenas ganancias individuales.

4.3.3 Eficiencia de producción y utilización

En el Cuadro No. 16 se observa la eficiencia de utilización y eficiencia de producción de forraje según tratamiento.

Cuadro No. 16. Eficiencia de utilización y eficiencia de producción de forraje según tratamiento

Tratamiento	Producción kg/ha PV	Eficiencia de producción
FF + aa CB	341	14
FF + aa CA	363	15
Rg + Tr CB	226	13
Rg + Tr CA	290	9

Los tratamientos FF + aa tuvieron una eficiencia de producción levemente menor (mayor valor absoluto) esto se asoció a una alta producción de forraje y mayor oferta de forraje que resultó en una menor utilización del forraje producido que no se convirtió en carne. En Rg + Tr al aumentar la carga se generó una mejora en la eficiencia debido a una mayor producción de PV y además una menor producción de forraje en términos absolutos. En el caso de FF + aa no sucedió lo mismo porque el tratamiento con carga alta tuvo una mayor producción de PV por hectárea también tuvo una mayor producción de forraje en relación a carga baja.

Cerpa y Silvera (2016) en una mezcla de raigrás y trébol rojo obtuvieron una eficiencia de conversión de 23 kg MS/kg PV, la peor eficiencia está asociada a una muy baja proporción de especies sembradas con altos porcentajes de suelo descubierto consecuencia de que el experimento se realizó durante el verano y otoño, resultando en una menor productividad a la del presente trabajo. Por otro lado Rodríguez et al. (2015) también en una mezcla de raigrás y trébol rojo obtuvieron una eficiencia de producción de 12 kg MS/kg PV similares a los datos presentados. Rodríguez et al. (2015) también con alfalfa y dactylis obtuvieron una eficiencia de producción de 9 kg MS/kg PV aún con menores porcentajes de utilización de forraje que el presente trabajo. En conclusión se puede decir que los resultados obtenidos en este trabajo estuvieron dentro de lo esperable considerando la bibliografía mencionada.

4.4 CONSIDERACIONES FINALES

Considerando los aspectos meteorológicos, durante el experimento existieron precipitaciones de un 22% por encima del promedio histórico y las temperaturas estuvieron cercanas a este promedio por lo tanto se puede decir que no existieron grandes limitantes climáticas para el desarrollo del experimento.

Con respecto a la disponibilidad de forraje, la misma tuvo una estrecha relación con la mezcla utilizada siendo mayor en la mezcla festuca y alfalfa no estando asociada a las distintas cargas ya que a igual mezcla, un cambio en la carga no generó diferencias estadísticas. Esta disponibilidad estuvo en un rango aceptable si se compara a los resultados de otros experimentos y también es acorde a las recomendaciones de algunos autores. En los meses invernales fue donde se registraron los menores valores de forraje disponible, aumentando hacia la primavera.

En relación a la altura del forraje disponible, el mismo estuvo asociado a la cantidad de forraje disponible, por lo tanto las mezclas de festuca y alfalfa fueron las que presentaron mayor altura sin diferencias entre carga alta y baja. La altura también se asoció al período de pastoreo ya que durante la primavera la misma fue mayor que durante el invierno en donde la altura de pastoreo fue más baja a la recomendada pudiendo afectar la persistencia y productividad de la pastura.

Por otro lado los mayores valores de forraje remanente en los tratamientos FF + aa estuvieron asociados a los valores más altos de forraje disponible, a las mayores alturas del forraje remanente y mayores ofertas de forraje. Durante el invierno se dieron las menores alturas del remanente, llegando en las mezclas Rg + Tr a valores que pudieron perjudicar su persistencia y rebrote.

Con respecto a la composición botánica la misma fue favorable en la mezcla de festuca y alfalfa ya que tuvo una mayor proporción de leguminosas y gramíneas sembradas y menor cobertura de malezas con respecto a la mezcla de raigrás y trébol rojo. Este resultado se asocia a la persistencia de las especies sembradas ya que tanto el raigrás como el trébol rojo presentan una menor persistencia por diversos motivos que la alfalfa y festuca permitiendo la invasión de malezas en forma importante.

El porcentaje de utilización no presentó diferencias entre tratamientos, pero si hubo una mayor cantidad de forraje desaparecido en las mezclas FF + aa a causa de una mayor producción de materia seca y mayor tasa de crecimiento de las mismas en relación a Rg + Tr. Tampoco existieron diferencias por el efecto carga en las variables mencionadas.

Con respecto a la producción animal, en términos individuales existieron diferencias significativas a favor de las mezclas FF + aa, siendo mayor la ganancia en el

tratamiento con carga baja a causa de una mayor oferta de forraje que los demás tratamientos. Esta misma mezcla con carga alta presentó una menor ganancia que el anterior pero mayor a los tratamientos con Rg + Tr, siendo estos últimos los que presentaron menor ganancia media diaria a causa de una menor oferta de forraje, menor disponibilidad de forraje por hectárea y desventajas en lo que refiere a composición botánica como mayor grado de enmalezamiento que le otorgó menor productividad. En producción de PV por hectárea FF +aa CA fue el de mayor producción con 363 kg/ha y Rg + Tr CB el de menor producción con 226 kg/ha. Dentro de cada mezcla los tratamientos con carga alta fueron los que presentaron mayores ganancias por hectárea aún con las menores ganancias individuales.

5. CONCLUSIONES

Existió un efecto del tipo de mezcla siendo FF + aa superior en la mayoría de las variables estudiadas como disponibilidad de forraje, altura del disponible, forraje remanente y altura del mismo, composición botánica, forraje desaparecido, producción de forraje, tasa de crecimiento, ganancia de peso media diaria animal y ganancia de PV por hectárea. No existió un efecto de la dotación en las variables de producción vegetal pero si en las de producción animal.

La producción primaria mostró claras ventajas en la mezcla compuesta por alfalfa y festuca que se tradujeron en el mejor comportamiento de las variables mencionadas. El experimento evidenció las deficiencias que presentan las mezclas bianuales como la de raigrás perenne y trébol rojo en el transcurso de su tercer año de edad, consecuencia de una baja persistencia de estas especies que provocó un alto grado de enmalezamiento e invasión de especies menos productivas. Esta problemática no sucedió, u ocurrió en menor medida en la mezcla de festuca y alfalfa que al presentar una mayor productividad y al ser de ciclo complementario evitaron una mayor invasión de especies no deseadas.

La producción secundaria estuvo estrechamente relacionada a la producción primaria y a la oferta de forraje utilizada. La producción de PV/ha estuvo mayormente influenciada por la mezcla utilizada que por la carga ya que los tratamientos con festuca y alfalfa tuvieron una mayor producción de carne que los tratamientos con raigrás y trébol rojo independientemente de la carga utilizada. A su vez en cada mezcla, un aumento en la carga que generó una menor oferta de forraje pudo compensar la menor ganancia individual generando así una mayor producción de PV por hectárea.

6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de forraje, la composición botánica, y la producción de PV animal de dos mezclas de pasturas en su tercer año, durante el período invierno - primaveral. Los tratamientos corresponden a dos mezclas forrajeras, una compuesta por *Festuca arundinacea* y *Medicago sativa* y la otra por *Lolium perenne* y *Trifolium pratense*, cada mezcla dividida en dos tratamientos uno con 3 novillos y el otro con 4 novillos. El experimento se realizó en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay) ubicada sobre la ruta nacional No. 3, km 363. El cual fue llevado a cabo en los potreros 32b y 35, durante el período invierno-primaveral, comprendido entre el 31/05/2019 al 19/11/2019. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar. El área experimental, que abarca 7,1 hectáreas, se dividió en cuatro bloques, correspondiendo cada uno a una repetición. Estos a su vez fueron divididos en cuatro parcelas conteniendo cada una de ellas uno de los tratamientos antes mencionados (0,45 ha por parcela). Por lo tanto se realizaron, cuatro bloques con cuatro tratamientos cada uno asignados al azar. Las mezclas fueron pastoreadas con novillos de la raza Holando, asignados al azar en los tratamientos. El método de pastoreo fue rotativo. Los resultados mostraron diferencias a favor de la mezcla de festuca y alfalfa en variables como forraje disponible y remanente, tanto en cantidad como en altura, tasa de crecimiento y producción de forraje. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con distinta carga para una misma mezcla en las variables antes mencionadas. Los distintos tratamientos no presentaron diferencias significativas en cuanto a la utilización de forraje, estando todos ellos en un rango de 46-50%. La evolución de la composición botánica muestra que la mezcla de festuca y alfalfa es la que conserva una mayor proporción de especies sembradas en relación a la mezcla de raigrás y trébol rojo y que en ambas mezclas existe una importante invasión de especies menos productivas y malezas. La mayor producción animal al igual que la producción de forraje se dio en la mezcla de festuca y alfalfa, obteniéndose 0,98 Kg/animal/día como la máxima ganancia media diaria para la menor carga en la mezcla antes mencionada. Sin embargo, la mayor producción de PV por hectárea se dio en el tratamiento con mayor carga siendo de 363 Kg de PV/ha. Esta máxima producción animal por hectárea se obtuvo con una oferta de forraje promedio de 6,7 %.

Palabras clave: Mezclas forrajeras; Carga animal; Producción animal.

7. SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the forage production, the botanical composition, and the production of animal PV of two pasture mixtures in their third year, during the winter - spring period. The treatments correspond to two forage mixtures, one composed of *Festuca arundinacea* and *Medicago sativa* and the other by *Lolium perenne* and *Trifolium pratense*, each mixture divided into two treatments, one with 3 steers and the other with 4 steers. The experiment was carried out at the Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni" (Faculty of Agronomy, University of the Republic; Paysandú, Uruguay) located on National Route No. 3, km 363. Which was carried out in paddocks 32b and 35, during the winter-spring period, from 05/31/2019 to 11/19/2019. The experimental design used was randomized complete blocks. The experimental area, which covers 7.1 hectares, was divided into four blocks, each corresponding to one repetition. These in turn were divided into four plots, each containing one of the aforementioned treatments (0.45 ha per plot). Therefore, four blocks with four treatments each were randomized. The mixtures were grazed with steers of the Holando breed, randomized in the treatments. The grazing method was rotational. The results showed differences in favor of the mixture of fescue and alfalfa in variables such as available and remaining forage, both in quantity and height, growth rate and forage production. No significant differences were found between treatments with different loads for the same mixture in the aforementioned variables. The different treatments did not present significant differences regarding the use of forage, all of them being in a range of 46-50%. The evolution of the botanical composition shows that the mixture of fescue and alfalfa is the one that preserves a greater proportion of seeded species in relation to the mixture of roots and red clover and that in both mixtures there is a significant invasion of less productive species and weeds. The highest animal production as well as forage production occurred in the mixture of fescue and alfalfa, obtaining 0.98 Kg / animal / day as the maximum average daily profit for the lowest load in the aforementioned mixture. However, the highest production of PV per hectare occurred in the treatment with the highest load, being 363 Kg of PV / ha. This maximum animal production per hectare was obtained with an average forage supply of 6.7%.

Key words: Forage mixtures; Stocking rate; Animal production.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. 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. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.
2. Almada, F.; Palacios, M.; Villalba, S.; Zipíttria, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 85 p.
3. Allegri, M. 1982. Algunas consideraciones sobre la investigación en la utilización de pasturas. In: Utilización de pasturas. Canelones, CIAAB. p. irr.
4. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
5. Altier, N. 1996. Impacto de 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).
6. Antonaccio, M.; Mailhos, M.; Zerbino, J. 2016. Producción de forraje y carne de cuatro mezclas forrajeras en su primer verano y su segundo otoño de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 129 p.
7. Avendaño, C.; Borel, R.; Cubillos, G. 1986. Período de descanso y asignación de forraje en la estructura y utilización de varias especies de una pradera naturalizada. Turrialba. 36 (2):137-148.
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. pp. 85 - 131.
9. _____; Almeida, M.; Herken, G.; Pereyra, F.; Olano, I.; Serrón, N.; Ruete, R.; Tarán, S. 2018. Festuca en sistemas ganaderos, producción y persistencia. In: Día de Campo de la Unidad Experimental Palo a Pique (2018, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 3 - 6.

10. Barthram, G. T. 1986. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Alcock, M. M. ed. The Hill Farming Research Organisation, Biennial Report 1984 – 1985. Edinburgh, HFRO. pp. 29 – 30.
11. Berone, G.; Agnusdei, M.; Colabelli, M.; Bertolotti, N. 2005. Frecuencias de defoliación otoñal en función de la vida media foliar de un cultivar de *Lolium perenne* y uno de *Bromus stamineus*. In: Congreso Argentino de Producción Animal (28°, 2005, Bahía Blanca). Resúmenes. Revista Argentina de Producción Animal. 25 (supl.1):126 - 127.
12. Bertín, O.; Scheneiter, O. 2005. Producción de forraje y carne con pasturas mezclas de alfalfa y festuca alta. In: Jornada a Campo (2005, Pergamino). Avances en producción y manejo de pasturas. Buenos Aires, INTA. p. irr.
13. 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. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 84 p.
14. Brougham, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Australian Journal of Agricultural Research. 7 (5):377-387.
15. Brown, D. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Farnham Royal, Berks, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. 223 p. (Bulletin no. 42).
16. Bruno, O.; Romero, L.; Fossati, J.; Quaino, O. 1987. Evaluación de mezclas simples de alfalfa y gramíneas bajo pastoreo. In: Molestina, C. ed. Producción de pasturas para engorde y producción de leche. Montevideo, INIA. pp. 121-125.
17. Calistro, E.; Gutiérrez, F.; Reyno, R. 2018. Producción y utilización de pasturas: evaluación forrajera de diferentes cultivares de festuca (*Schedonorus arundinaceus*) en mezcla con alfalfa (*Medicago sativa* L.). In: Congreso Argentino de Producción Animal (41°, 2018, Mar del Plata). Trabajos presentados. Revista Argentina de Producción Animal. 38 (supl. 1):169-283.
18. Campbell, A. 1966. Grazed pasture parameters. I. Pasture dry-matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. The Journal of Agricultural Science. 67(2):199-210.

19. Cangiano, C. 1996. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
20. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 464 p.
21. _____. 2002. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
22. _____. 2003. Pasturas y forrajeras: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 2, 371 p.
23. _____. 2004. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
24. Cerpa, M.; Silveira, S. 2016. Producción de tres mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 60 p.
25. Chilibroste, P.; Soca, P.; De Armas, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangüé. no.27:15-17.
26. _____.; Bruni, M. De Los A.; Fabre, E.; Matiauda, D. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años: aportes desde la EEMAC. Cangüé. no. 30:36-44.
27. 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. 12 p.
28. Cook, S.; Lazenby, A.; Blair, J. 1976. Comparative responses of *Lolium perenne* and *Bothriochloa macra* to temperature, moisture, fertility and defoliation. Australian Journal of Agricultural Research. 27(6):769-778.
29. Cullen, R.; Chapman, D. F.; Quigley, E. 2006. Comparative defoliation tolerance of temperate perennial grasses. Grass and Forage Science. 61 (4):405-412.
30. De Souza, P.; Presno, J. 2013. productividad invierno - primaveral de praderas mezclas con *Festuca arundinacea* o *Dactylis glomerata* en su tercer año pastoreadas con novillos Holando con distintas dotaciones. Tesis Ing.

Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 150 p.

31. Donaghy, J.; Fulkerson, J. 1998. Priority for allocation of watersoluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. Grass and Forage Science. 53 (3):211-218.
32. 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.
33. FA. EEMAC (Facultad de Agronomía. Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni, UY). s.f. Estación meteorológica: resumen climatológico del año anterior, mayo-noviembre. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado feb. 2020. Disponible en <http://www.eemac.edu.uy/index.php/servicios/estacion-meteorologica-automatica>.
34. Fernández, E. 1999. Impacto económico de prácticas de manejo en invernada intensiva. Revista Plan Agropecuario. no. 85:6-9.
35. Figueira, G.; Gómez, E. 2018. Evaluación de dos mezclas forrajeras durante la primavera de su primer año pastoreadas con novillos Holando con distintas cargas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 55 p.
36. Foglino, F.; Fernández, F. 2009 Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, T. Blanco, *Lotus corniculatus* y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 68 p.
37. Formoso, F. 1996. Manejo estacional y productividad. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 5-20 (Serie Técnica no. 80).
38. _____. 1998. Manejo de alfalfa para producción de forraje. In: Jornada de Alfalfa: todo lo que Usted Quería Saber sobre la Reina de las Forrajeras (1998, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 41-50.
39. _____. 2000. Producción de forraje y persistencia productiva. Alfalfa en mezcla forrajera. Variedades de alfalfa. In: Rebuffo, M.; Risso, F.;

Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 75-94 (Boletín de Divulgación no. 69).

40. _____. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, INIA. 183 p. (Serie Técnica no. 182).
41. _____. 2012. Mezclas forrajeras raigrás más leguminosas: ventajas y limitantes. Revista INIA. no. 28:34-40.
42. 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 (1):16-20.
43. Gallo, J.; Godoy, E.; Toneguzzo, M. 2015. Evaluación de la producción de forraje y carne de tres mezclas forrajeras de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 152 p.
44. García, J. A. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 26 p. (Serie Técnica no. 133).
45. Garduño, S.; Pérez, J.; Hernández, A.; Herrera, G.; Martínez, A.; Torres, M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. Técnica Pecuaria en México. 47 (2):189-202.
46. Gastal, F.; Lemaire, G. 2015. Defoliation, Shoot Plasticity, Sward Structure and Herbage Utilization in Pasture: review of the Underlying Ecophysiological Processes. Agriculture. 5:1146-1171.
47. González, P.; Astigarraga, L. 2012. Productividad de vacas lecheras en pasturas de festuca o dactylis. Agrociencia (Uruguay). 16(1):160-165.
48. Harris, W.; Lazenby, A. 1974. Competitive interaction of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. Australian Journal of Agricultural Research. 25 (2):227-246.
49. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. Comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15:663-670.
50. INASE; INIA (Instituto Nacional de Semillas, UY; Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2009. Catálogo forrajeras. (en línea).

Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2009/PubForrajasPeríodo2009.pdf

51. _____.; _____. 2011. Catálogo forrajas. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2011/PubForrajasPeríodo2011.pdf
52. _____.; _____. 2013. Catálogo forrajas. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2013/PubForrajasPeríodo2013.pdf
53. _____.; _____. 2016. Catálogo forrajas. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2016/PubForrajasPeríodo2016.pdf
54. _____.; _____. 2017. Catálogo forrajas. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2017/PubForrajasPeríodo2017.pdf
55. INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología, UY). s.f. Estadística climatológica, gráficas estadísticas pluviométricas: Paysandú mayo-noviembre. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado feb. 2020. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/graficas-estadisticas-pluviometricas>.
56. Kloster, A.; Bertram, N.; Chiacchiera, S.; Amigone, M.; Garis, M. 2014. Efecto del intervalo de defoliación otoño invernal y de la fertilización con N sobre la productividad de forraje de una asociación de alfalfa y festuca alta. Marcos Juárez, INTA. 16 p
57. Labandera, M. 2000. Resultados. Comportamiento de cultivares. Variedades de alfalfa. *In:* Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, Uruguay. INIA. pp. 17-26 (Boletín de Divulgación no. 69).
58. Langer, R. H. M. 1981a. Alfalfa. *In:* Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 417-438.

59. _____. 1981b. Especies y variedades de gramíneas. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 75-96.
60. Lemaire, G.; Agnusdei M. 2000. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilisation. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, H.; Nabinger, C.; F. Carvalho, P. eds. Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology of Natural Grasslands. New York, CABI. pp. 265-287.
61. _____. 2001. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. Lusignan, France, INRA. Department of Environment and Agronomie. 26 p.
62. López, R.; Olivera, B. 2017. Productividad invierno-primaveral de praderas mezclas con *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, y *Dactylis glomerata* con *Medicago sativa* en su cuarto año pastoreadas con novillos Holando con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 134 p
63. Montossi, F.; Risso, D.; Pigurina, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).
64. _____.; De Barbieri, I.; Dighiero, A. 2013. El uso de la altura del forraje: una herramienta disponible para el manejo eficiente de sistemas pastoriles orientados a la producción ovina. In: Montossi, F.; De Barbieri, I. eds. Tecnologías de engorde de corderos pesados sobre pasturas cultivadas en Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 159-182.
65. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford). Proceedings. Reading, University of Reading. pp. 606-611.
66. 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 ene. 2020. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/115-Alfalfa.pdf

67. Pineiro, J.; Harris, W. 1978. Performance of mixtures of ryegrass cultivars and prairie grass with red clover cultivars under two grazing frequencies. I. Herbage production in the establishment year. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 21:83-92.
68. Quiroga, M. 2013. Tasa de acumulación de materia seca de alfalfa en respuesta a variables climatológicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 4 (4):503-516.
69. Rebuffo, M. 2000. Adopción de variedades en Uruguay. Variedades de alfalfa. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. *Tecnología en alfalfa*. Montevideo, INIA. pp. 5-16 (Boletín de Divulgación no. 69).
70. Rodríguez, S.; Taque, L.; Vivanco, J. 2015. Producción de forraje y de carne en tres tipos de mezclas forrajeras de primer año en el período estivo-otoñal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 66 p.
71. Rovira, P. 2005. Engorde vacuno y ovino: efecto de la asignación de forraje en la ganancia de peso de novillos sobreañero sobre praderas durante la primavera. In: Jornada Anual de Producción Animal (2005, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 23-32.
72. Saldanha, S. 2005. Manejo del pastoreo en campos naturales sobre suelos medios de basalto y suelos arenosos de cretácico. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 75-84. (número ordinal del seminario no existe)
73. _____.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2010. Intensidad del pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv Horizon. *Agrociencia* (Uruguay). 14 (1):44-54.
74. _____.; _____.; _____. 2012. Oferta de forraje, producción y composición de una pastura de *Lolium perenne*. *Agrociencia* (Uruguay) 16 (1):150-159.
75. Santiñaque, F.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. *Investigaciones Agronómicas*. no. 2:16-21.
76. Scheneiter, J.; Carrete, J.; Amendola, C. 2006. Utilización de pasturas de alfalfa-festuca alta con dos sistemas de pastoreo: I. Disponibilidad, composición

y digestibilidad del forraje. RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias. 35(3):3-18.

77. _____.; Améndola, C. 2009. Producción de carne en mezclas de alfalfa y festuca alta con diferente patrón estacional de acumulación de forraje. Revista Argentina de Producción Animal. 29(2):119-129.
78. _____. 2018. El manejo del pastoreo para optimizar la productividad de pasturas de festuca alta. In: Reunión Anual sobre Forrajeras (18^a., 2018, Buenos Aires). Actas. Buenos Aires, INTA. pp. 15-28.
79. 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.
80. _____. 1981b. Manejo del pastoreo. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 209-270.
81. Vaz Martins, D.; Mescia, M.; Brit, A.; Cibils, R.; Aunchain, M. 2003. Efecto de la presión de pastoreo sobre ganancia en peso y eficiencia de utilización del forraje de novillos de distinta edad. In: Vaz Martins, D. ed. Avances sobre engorde de novillos en forma intensiva. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 9-17 (Serie Técnica no. 135).
82. Velasco, M.; Hernández, A.; González, V.; Pérez, J.; Vaquera, H. 2002. Curvas estacionales de crecimiento del Ballico perenne. Revista Fitotecnia Mexicana. 25(1):97-106.
83. _____.; _____.; _____. 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.
84. Zanoniani, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangüé. no. 15:13-17.
85. _____.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M.; Silveira, D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul, Grupo Campos (21^a., 2006, Pelotas). Trabalhos apresentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
86. _____.; _____.; _____. 2014. Producción de forraje y carne de dos mezclas forrajeras en el período invierno-primaveral. In: Congreso de la

Asociación Uruguaya de Producción Animal (5°. 2014, Montevideo).
Trabajos presentados. Montevideo, AUPA. s.p.

87. _____.; Lattanzi, F. 2017. Rol de las pasturas cultivadas en sistemas de producción basados en campo natural. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur (24^a., 2017, Tacuarembó). Actas. Montevideo, INIA. pp. 24-28.

9. ANEXOS

Análisis de la varianza

DISPONIBILIDAD DE FORRAJE Kg./HA

Variable N R² R² Aj CV
DISP. Kg./HA 48 0,60 0,44 34,78

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	30275258,07	14	2162518,43	3,59	0,0012
tratamiento	10046419,69	3	3348806,56	5,56	0,0034
pastoreo	9527810,05	2	4763905,03	7,91	0,0016
bloque	2957363,34	3	985787,78	1,64	0,1998
tratamiento*pastoreo	7743664,98	6	1290610,83	2,14	0,0746
Error	19880385,27	33	602435,92		
<u>Total</u>	<u>50155643,33</u>	<u>47</u>			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=755,53400

Error: 602435,9171 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL BAJA 2682,04 12 224,06 A

PL ALTA 2670,00 12 224,06 A

PC BAJA 1940,83 12 224,06 A B

PC ALTA 1633,63 12 224,06 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=583,38416

Error: 602435,9171 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 2706,19 16 194,04 A

1 2353,29 16 194,04 A

2 1635,41 16 194,04 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=755,53400

Error: 602435,9171 gl: 33

bloque Medias n E.E.

3 2490,50 12 224,06 A

2 2360,22 12 224,06 A

4 2247,46 12 224,06 A

1 1828,33 12 224,06 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1759,35842

Error: 602435,9171 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA	3	4050,00	4 388,08	A
PL BAJA	3	3020,75	4 388,08	A B
PL BAJA	1	2938,25	4 388,08	A B
PL ALTA	1	2527,00	4 388,08	A B
PC BAJA	1	2297,00	4 388,08	A B
PL BAJA	2	2087,13	4 388,08	B
PC BAJA	3	1915,50	4 388,08	B
PC ALTA	3	1838,50	4 388,08	B
PC ALTA	1	1650,90	4 388,08	B
PC BAJA	2	1610,00	4 388,08	B
PL ALTA	2	1433,00	4 388,08	B
PC ALTA	2	1411,50	4 388,08	B

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

DISPONIBILIDAD AJUSTADA kg/ha

Variable N R² R² Aj CV
DISP. AJUS. kg/ha 48 0,62 0,45 36,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42611821,59	14	3043701,54	3,77	0,0008
tratamiento	13473280,29	3	4491093,43	5,56	0,0033
pastoreo	13889018,49	2	6944509,24	8,60	0,0010
bloque	4256980,12	3	1418993,37	1,76	0,1746
tratamiento*pastoreo	10992542,70	6	1832090,45	2,27	0,0608
Error	26652015,78	33	807636,84		
Total	69263837,37	47			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=874,79571

Error: 807636,8419 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL ALTA	2995,58	12 259,43	A
PL BAJA	2983,69	12 259,43	A B
PC BAJA	2112,75	12 259,43	B C
PC ALTA	1795,43	12 259,43	C

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=675,47187

Error: 807636,8419 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 3054,44 16 224,67 A

1 2604,22 16 224,67 A

2 1756,92 16 224,67 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=874,79571

Error: 807636,8419 gl: 33

bloque Medias n E.E.

3 2794,73 12 259,43 A

2 2588,05 12 259,43 A

4 2517,48 12 259,43 A

1 1987,18 12 259,43 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2037,07470

Error: 807636,8419 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA 3 4655,15 4 449,34 A

PL BAJA 3 3401,35 4 449,34 A B

PL BAJA 1 3277,83 4 449,34 A B

PL ALTA 1 2824,05 4 449,34 A B

PC BAJA 1 2517,50 4 449,34 B

PL BAJA 2 2271,90 4 449,34 B

PC BAJA 3 2125,00 4 449,34 B

PC ALTA 3 2036,28 4 449,34 B

PC ALTA 1 1797,50 4 449,34 B

PC BAJA 2 1695,75 4 449,34 B

PC ALTA 2 1552,50 4 449,34 B

PL ALTA 2 1507,53 4 449,34 B

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

FORRAJE REMANENTE Kg./HA

Variable N R² R² Aj CV

REM. Kg./HA 48 0,67 0,54 38,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16624880,50	14	1187491,46	4,88	0,0001
tratamiento	3932891,50	3	1310963,83	5,38	0,0040
pastoreo	6262467,17	2	3131233,58	12,86	0,0001
bloque	892427,83	3	297475,94	1,22	0,3174
tratamiento*pastoreo	5537094,00	6	922849,00	3,79	0,0056
Error	8037765,17	33	243568,64		
Total	24662645,67	47			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=480,40694

Error: 243568,6414 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL ALTA 1644,42 12 142,47 A

PL BAJA 1474,17 12 142,47 A B

PC BAJA 1125,42 12 142,47 B C

PC ALTA 914,33 12 142,47 C

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=370,94532

Error: 243568,6414 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 1775,13 16 123,38 A

1 1184,25 16 123,38 B

2 909,38 16 123,38 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=480,40694

Error: 243568,6414 gl: 33

bloque Medias n E.E.

3 1502,75 12 142,47 A

2 1286,92 12 142,47 A

4 1242,50 12 142,47 A

1 1126,17 12 142,47 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1118,68955

Error: 243568,6414 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA 3 2911,00 4 246,76 A

PL BAJA 3 1940,50 4 246,76 A B

PL BAJA 1 1390,00 4 246,76 B C

PC BAJA 1 1305,00 4 246,76 B C

PC BAJA 3 1153,50 4 246,76 B C

PL ALTA	1	1148,75	4	246,76	B C
PC ALTA	3	1095,50	4	246,76	B C
PL BAJA	2	1092,00	4	246,76	B C
PC BAJA	2	917,75	4	246,76	B C
PC ALTA	1	893,25	4	246,76	B C
PL ALTA	2	873,50	4	246,76	B C
PC ALTA	2	754,25	4	246,76	C

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

FORRAJE DESAPARECIDO Kg./HA

Variable N R² R² Aj CV
DES. Kg./HA 48 0,47 0,24 47,87

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	9361262,77	14	668661,63	2,09	0,0409
tratamiento	3169949,37	3	1056649,79	3,30	0,0323
pastoreo	2849275,29	2	1424637,64	4,45	0,0195
bloque	1655696,40	3	551898,80	1,72	0,1814
tratamiento*pastoreo	1686341,71	6	281056,95	0,88	0,5221
Error	10571151,30	33	320337,92		
Total	19932414,07	47			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=550,93804

Error: 320337,9182 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL BAJA 1509,53 12 163,39 A

PL ALTA 1351,16 12 163,39 A B

PC BAJA 987,50 12 163,39 A B

PC ALTA 881,26 12 163,39 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=425,40577

Error: 320337,9182 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

1 1420,22 16 141,50 A

3 1279,32 16 141,50 A

2 847,54 16 141,50 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=550,93804

Error: 320337,9182 gl: 33

bloque Medias n E.E.

2 1301,30 12 163,39 A

3 1292,07 12 163,39 A

4 1274,98 12 163,39 A

1 861,09 12 163,39 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1282,93032

Error: 320337,9182 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL BAJA 1 1887,83 4 282,99 A

PL ALTA 3 1744,15 4 282,99 A

PL ALTA 1 1675,30 4 282,99 A

PL BAJA 3 1460,85 4 282,99 A

PC BAJA 1 1213,00 4 282,99 A

PL BAJA 2 1179,90 4 282,99 A

PC BAJA 3 971,50 4 282,99 A

PC ALTA 3 940,78 4 282,99 A

PC ALTA 1 904,75 4 282,99 A

PC ALTA 2 798,25 4 282,99 A

PC BAJA 2 778,00 4 282,99 A

PL ALTA 2 634,03 4 282,99 A

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

% UTILIZACIÓN

Variable N R² R² Aj CV

% UTIL. 48 0,37 0,10 24,86

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	2670,46	14	190,75	1,37	0,2205
tratamiento	161,06	3	53,69	0,39	0,7634
pastoreo	895,54	2	447,77	3,22	0,0526
bloque	905,23	3	301,74	2,17	0,1099
tratamiento*pastoreo	708,62	6	118,10	0,85	0,5409
Error	4583,02	33	138,88		
Total	7253,48	47			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=11,47143

Error: 138,8794 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL BAJA 50,17 12 3,40 A
PC ALTA 47,92 12 3,40 A
PC BAJA 45,92 12 3,40 A
PL ALTA 45,58 12 3,40 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=8,85764

Error: 138,8794 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

1 52,50 16 2,95 A
2 47,75 16 2,95 A B
3 41,94 16 2,95 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=11,47143

Error: 138,8794 gl: 33

bloque Medias n E.E.

2 51,67 12 3,40 A
4 51,50 12 3,40 A
3 44,83 12 3,40 A
1 41,58 12 3,40 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=26,71270

Error: 138,8794 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA 1 59,50 4 5,89 A
PL BAJA 1 55,25 4 5,89 A
PL BAJA 2 50,50 4 5,89 A
PC ALTA 2 50,50 4 5,89 A
PC ALTA 1 48,00 4 5,89 A
PC BAJA 2 47,75 4 5,89 A
PC BAJA 1 47,25 4 5,89 A
PC ALTA 3 45,25 4 5,89 A
PL BAJA 3 44,75 4 5,89 A
PC BAJA 3 42,75 4 5,89 A
PL ALTA 2 42,25 4 5,89 A
PL ALTA 3 35,00 4 5,89 A

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

ALTURA DISPONIBLE (cm)

Variable N R² R² Aj CV
ALT. DISP. 48 0,69 0,56 39,28

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	3084,66	14	220,33	5,26	<0,0001
tratamiento	1158,37	3	386,12	9,22	0,0001
pastoreo	1434,65	2	717,33	17,14	<0,0001
bloque	323,78	3	107,93	2,58	0,0703
tratamiento*pastoreo	167,86	6	27,98	0,67	0,6757
Error	1381,38	33	41,86		
<u>Total</u>	<u>4466,04</u>	<u>47</u>			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=6,29793

Error: 41,8599 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL BAJA 23,03 12 1,87 A

PL ALTA 19,36 12 1,87 A

PC ALTA 12,23 12 1,87 B

PC BAJA 11,26 12 1,87 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=4,86293

Error: 41,8599 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 23,31 16 1,62 A

1 16,17 16 1,62 B

2 9,93 16 1,62 C

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=6,29793

Error: 41,8599 gl: 33

bloque Medias n E.E.

3 20,42 12 1,87 A

4 17,16 12 1,87 A B

2 14,48 12 1,87 A B

1 13,83 12 1,87 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=14,66553

Error: 41,8599 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL BAJA	3	30,25	4	3,23	A
PL ALTA	3	30,00	4	3,23	A B
PL BAJA	1	23,55	4	3,23	A B C
PL ALTA	1	17,83	4	3,23	A B C D
PC ALTA	3	17,50	4	3,23	A B C D
PC BAJA	3	15,50	4	3,23	B C D
PL BAJA	2	15,30	4	3,23	C D
PC BAJA	1	11,78	4	3,23	C D
PC ALTA	1	11,53	4	3,23	C D
PL ALTA	2	10,25	4	3,23	C D
PC ALTA	2	7,68	4	3,23	D
PC BAJA	2	6,50	4	3,23	D

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

ALTURA REMANENTE (cm)

Variable N R² R² Aj CV

ALT. REM. 48 0,75 0,65 32,64

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	572,29	14	40,88	7,17	<0,0001
tratamiento	104,23	3	34,74	6,10	0,0020
pastoreo	364,63	2	182,31	32,00	<0,0001
bloque	16,73	3	5,58	0,98	0,4146
tratamiento*pastoreo	86,71	6	14,45	2,54	0,0395
Error	188,02	33	5,70		
Total	760,31	47			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,32351

Error: 5,6976 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL BAJA	8,75	12	0,69	A
PL ALTA	8,75	12	0,69	A
PC BAJA	6,33	12	0,69	B
PC ALTA	5,42	12	0,69	B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,79409

Error: 5,6976 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3	11,00	16	0,60	A
1	6,56	16	0,60	B
2	4,38	16	0,60	C

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,32351

Error: 5,6976 gl: 33

bloque Medias n E.E.

1	8,17	12	0,69	A
3	7,50	12	0,69	A
2	7,00	12	0,69	A
4	6,58	12	0,69	A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=5,41059

Error: 5,6976 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA	3	14,25	4	1,19	A
PL BAJA	3	13,50	4	1,19	A
PC BAJA	3	10,25	4	1,19	A B
PL ALTA	1	7,50	4	1,19	B C
PL BAJA	1	7,25	4	1,19	B C
PC ALTA	1	6,25	4	1,19	B C
PC ALTA	3	6,00	4	1,19	B C
PL BAJA	2	5,50	4	1,19	B C
PC BAJA	1	5,25	4	1,19	B C
PL ALTA	2	4,50	4	1,19	C
PC ALTA	2	4,00	4	1,19	C
PC BAJA	2	3,50	4	1,19	C

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

TASA DE CRECIMIENTO (kg MS/día)

Variable N R² R² Aj CV

T. CREC. 48 0,64 0,49 52,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6414,03	14	458,15	4,26	0,0003
tratamiento	1388,21	3	462,74	4,30	0,0115
pastoreo	2207,29	2	1103,65	10,26	0,0003
bloque	571,54	3	190,51	1,77	0,1719

tratamiento*pastoreo	2246,99	6	374,50	3,48	0,0089
Error	3550,47	33	107,59		
Total	<u>9964,50</u>	<u>47</u>			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=10,09682

Error: 107,5901 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL ALTA	26,07	12	2,99	A
PL BAJA	24,05	12	2,99	A B
PC BAJA	15,52	12	2,99	B C
PC ALTA	13,48	12	2,99	C

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=7,79624

Error: 107,5901 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3	27,69	16	2,59	A
1	20,51	16	2,59	A
<u>2</u>	<u>11,13</u>	<u>16</u>	<u>2,59</u>	<u>B</u>

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=10,09682

Error: 107,5901 gl: 33

bloque Medias n E.E.

3	22,45	12	2,99	A
4	21,86	12	2,99	A
2	20,93	12	2,99	A
<u>1</u>	<u>13,88</u>	<u>12</u>	<u>2,99</u>	<u>A</u>

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=23,51175

Error: 107,5901 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA	3	49,00	4	5,19	A
PL BAJA	3	29,85	4	5,19	A B
PL BAJA	1	25,25	4	5,19	B
PC BAJA	1	22,85	4	5,19	B
PL ALTA	1	22,25	4	5,19	B
PL BAJA	2	17,05	4	5,19	B
PC ALTA	3	16,05	4	5,19	B
PC BAJA	3	15,88	4	5,19	B
PC ALTA	2	12,70	4	5,19	B
PC ALTA	1	11,68	4	5,19	B

PC BAJA 2 7,83 4 5,19 B
 PL ALTA 2 6,95 4 5,19 B

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

CRECIMIENTO AJUSTADO (kg MS/ha)

Variable N R² R² Aj CV
 CREC. AJUS. 48 0,68 0,54 59,91

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	43721497,63	14	3122964,12	4,96	0,0001
tratamiento	7520097,73	3	2506699,24	3,98	0,0158
pastoreo	19896925,50	2	9948462,75	15,82	<0,0001
bloque	4148517,56	3	1382839,19	2,20	0,1068
tratamiento*pastoreo	12155956,83	6	2025992,81	3,22	0,0133
Error	20758169,69	33	629035,45		
Total	64479667,31	47			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=772,03349

Error: 629035,4451 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL ALTA 1834,83 12 228,95 A
 PL BAJA 1579,67 12 228,95 A B
 PC BAJA 995,25 12 228,95 B
 PC ALTA 885,50 12 228,95 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=596,12421

Error: 629035,4451 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 2145,06 16 198,28 A
 1 1253,69 16 198,28 B
 2 572,69 16 198,28 C

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=772,03349

Error: 629035,4451 gl: 33

bloque Medias n E.E.

4 1620,50 12 228,95 A
 3 1492,08 12 228,95 A B
 2 1337,58 12 228,95 A B

1 845,08 12 228,95 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1797,77962

Error: 629035,4451 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA	3	3781,75	4 396,56	A
PL BAJA	3	2309,25	4 396,56	A B
PL BAJA	1	1547,75	4 396,56	B C
PC BAJA	1	1388,00	4 396,56	B C
PL ALTA	1	1364,00	4 396,56	B C
PC ALTA	3	1282,25	4 396,56	B C
PC BAJA	3	1207,00	4 396,56	B C
PL BAJA	2	882,00	4 396,56	B C
PC ALTA	1	715,00	4 396,56	B C
PC ALTA	2	659,25	4 396,56	B C
PC BAJA	2	390,75	4 396,56	C
<u>PL ALTA</u>	<u>2</u>	<u>358,75</u>	<u>4 396,56</u>	<u>C</u>

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

GRAMÍNEAS SEMBRADAS EN DISPONIBLE (%)

Variable N R² R² Aj CV

GRAM. sembradas 48 0,67 0,53 46,35

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	5616,50	14	401,18	4,73	0,0001
tratamiento	2252,75	3	750,92	8,85	0,0002
pastoreo	16,13	2	8,06	0,09	0,9096
bloque	2154,75	3	718,25	8,46	0,0003
tratamiento*pastoreo	1192,88	6	198,81	2,34	0,0539
Error	2800,75	33	84,87		
<u>Total</u>	<u>8417,25</u>	<u>47</u>			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=8,96765

Error: 84,8712 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL BAJA	27,00	12 2,66	A
PL ALTA	26,42	12 2,66	A
PC BAJA	13,67	12 2,66	B
<u>PC ALTA</u>	<u>12,42</u>	<u>12 2,66</u>	<u>B</u>

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=6,92436

Error: 84,8712 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

2 20,69 16 2,30 A

3 19,56 16 2,30 A

1 19,38 16 2,30 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=8,96765

Error: 84,8712 gl: 33

bloque Medias n E.E.

2 27,25 12 2,66 A

1 25,50 12 2,66 A

3 15,50 12 2,66 B

4 11,25 12 2,66 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=20,88234

Error: 84,8712 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL BAJA 3 32,75 4 4,61 A

PL ALTA 2 32,50 4 4,61 A

PL ALTA 1 32,00 4 4,61 A

PL BAJA 1 24,25 4 4,61 A B

PL BAJA 2 24,00 4 4,61 A B

PC BAJA 3 18,75 4 4,61 A B

PL ALTA 3 14,75 4 4,61 A B

PC BAJA 2 13,25 4 4,61 A B

PC ALTA 2 13,00 4 4,61 A B

PC ALTA 1 12,25 4 4,61 A B

PC ALTA 3 12,00 4 4,61 A B

PC BAJA 1 9,00 4 4,61 B

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

OTRAS GRAMÍNEAS EN DISPONIBLE (%)

Variable N R² R² Aj CV

GRAM. otros % 48 0,61 0,44 65,71

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	6714,96	14	479,64	3,67	0,0010
tratamiento	1158,73	3	386,24	2,96	0,0467
pastoreo	202,17	2	101,08	0,77	0,4696
bloque	4355,73	3	1451,91	11,11	<0,0001
tratamiento*pastoreo	998,33	6	166,39	1,27	0,2963
Error	4312,52	33	130,68		
<u>Total</u>	<u>11027,48</u>	<u>47</u>			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=11,12775

Error: 130,6824 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PC ALTA 23,08 12 3,30 A

PC BAJA 20,58 12 3,30 A B

PL ALTA 15,67 12 3,30 A B

PL BAJA 10,25 12 3,30 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=8,59227

Error: 130,6824 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 20,19 16 2,86 A

2 16,69 16 2,86 A

1 15,31 16 2,86 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=11,12775

Error: 130,6824 gl: 33

bloque Medias n E.E.

1 26,92 12 3,30 A

2 26,58 12 3,30 A

3 10,58 12 3,30 B

4 5,50 12 3,30 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=25,91239

Error: 130,6824 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA 3 29,00 4 5,72 A

PC ALTA 2 25,00 4 5,72 A

PC ALTA 1 24,00 4 5,72 A

PC BAJA 3 23,00 4 5,72 A

PC BAJA 2 21,25 4 5,72 A

PC ALTA	3	20,25	4 5,72 A
PC BAJA	1	17,50	4 5,72 A
PL BAJA	1	11,25	4 5,72 A
PL BAJA	2	11,00	4 5,72 A
PL ALTA	2	9,50	4 5,72 A
PL BAJA	3	8,50	4 5,72 A
<u>PL ALTA</u>	<u>1</u>	<u>8,50</u>	<u>4 5,72 A</u>

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

LEGUMINOSAS SEMBRADAS EN DISPONIBLE (%)

Variable N R² R² Aj CV
LEG. Semb. % 48 0,49 0,28 66,38

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	14200,83	14	1014,35	2,31	0,0241
tratamiento	5171,83	3	1723,94	3,92	0,0169
pastoreo	503,04	2	251,52	0,57	0,5698
bloque	8272,17	3	2757,39	6,27	0,0017
tratamiento*pastoreo	253,79	6	42,30	0,10	0,9963
Error	14504,83	33	439,54		
<u>Total</u>	<u>28705,67</u>	<u>47</u>			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=20,40788

Error: 439,5404 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL BAJA	44,50	12 6,05 A
PL ALTA	38,17	12 6,05 A B
PC BAJA	25,75	12 6,05 A B
<u>PC ALTA</u>	<u>17,92</u>	<u>12 6,05 B</u>

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=15,75791

Error: 439,5404 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3	36,13	16 5,24 A
2	29,81	16 5,24 A
<u>1</u>	<u>28,81</u>	<u>16 5,24 A</u>

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=20,40788

Error: 439,5404 gl: 33

bloque Medias n E.E.

3 49,67 12 6,05 A
4 38,50 12 6,05 A B
1 20,08 12 6,05 B C
2 18,08 12 6,05 C

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=47,52239

Error: 439,5404 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL BAJA 2 45,75 4 10,48 A
PL BAJA 3 44,00 4 10,48 A
PL BAJA 1 43,75 4 10,48 A
PL ALTA 3 43,50 4 10,48 A
PL ALTA 2 37,25 4 10,48 A
PL ALTA 1 33,75 4 10,48 A
PC BAJA 3 31,25 4 10,48 A
PC ALTA 3 25,75 4 10,48 A
PC BAJA 1 23,25 4 10,48 A
PC BAJA 2 22,75 4 10,48 A
PC ALTA 1 14,50 4 10,48 A
PC ALTA 2 13,50 4 10,48 A

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

MALEZAS EN DISPONIBLE (%)

Variable N R² R² Aj CV

MALEZAS% 48 0,63 0,48 58,27

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	9780,96	14	698,64	4,07	0,0004
tratamiento	4458,56	3	1486,19	8,66	0,0002
pastoreo	470,79	2	235,40	1,37	0,2676
bloque	4515,73	3	1505,24	8,77	0,0002
tratamiento*pastoreo	335,88	6	55,98	0,33	0,9184
Error	5661,02	33	171,55		
Total	15441,98	47			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=12,74938

Error: 171,5461 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PC ALTA 34,58 12 3,78 A

PC BAJA 29,08 12 3,78 A

PL ALTA 14,92 12 3,78 B

PL BAJA 11,33 12 3,78 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=9,84441

Error: 171,5461 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

1 26,88 16 3,27 A

2 20,75 16 3,27 A

3 19,81 16 3,27 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=12,74938

Error: 171,5461 gl: 33

bloque Medias n E.E.

4 39,17 12 3,78 A

3 18,67 12 3,78 B

2 16,50 12 3,78 B

1 15,58 12 3,78 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=29,68857

Error: 171,5461 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PC BAJA 1 38,50 4 6,55 A

PC ALTA 1 36,75 4 6,55 A B

PC ALTA 2 34,50 4 6,55 A B

PC ALTA 3 32,50 4 6,55 A B

PC BAJA 2 26,50 4 6,55 A B

PC BAJA 3 22,25 4 6,55 A B

PL ALTA 1 20,00 4 6,55 A B

PL ALTA 2 13,25 4 6,55 A B

PL BAJA 3 13,00 4 6,55 A B

PL BAJA 1 12,25 4 6,55 A B

PL ALTA 3 11,50 4 6,55 A B

PL BAJA 2 8,75 4 6,55 B

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

R. SECOS EN DISPONIBLE (%)

Variable N R² R² Aj CV
R. SECOS 48 0,50 0,28 76,18

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	1426,17	14	101,87	2,34	0,0224
tratamiento	407,17	3	135,72	3,11	0,0394
pastoreo	502,54	2	251,27	5,76	0,0071
bloque	457,00	3	152,33	3,49	0,0263
tratamiento*pastoreo	59,46	6	9,91	0,23	0,9649
Error	1438,50	33	43,59		
<u>Total</u>	<u>2864,67</u>	<u>47</u>			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=6,42683

Error: 43,5909 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PC ALTA 12,00 12 1,91 A
 PC BAJA 10,92 12 1,91 A B
 PL BAJA 6,92 12 1,91 A B
PL ALTA 4,83 12 1,91 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=4,96246

Error: 43,5909 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

2 12,06 16 1,65 A
 1 9,63 16 1,65 A
3 4,31 16 1,65 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=6,42683

Error: 43,5909 gl: 33

bloque Medias n E.E.

1 11,92 12 1,91 A
 2 11,58 12 1,91 A
 3 5,58 12 1,91 A
4 5,58 12 1,91 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=14,96569

Error: 43,5909 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PC BAJA	2	16,25	4	3,30	A
PC ALTA	2	14,00	4	3,30	A B
PC ALTA	1	12,50	4	3,30	A B
PC BAJA	1	11,75	4	3,30	A B
PL BAJA	2	10,50	4	3,30	A B
PC ALTA	3	9,50	4	3,30	A B
PL BAJA	1	8,50	4	3,30	A B
PL ALTA	2	7,50	4	3,30	A B
PL ALTA	1	5,75	4	3,30	A B
PC BAJA	3	4,75	4	3,30	A B
PL BAJA	3	1,75	4	3,30	A B
PL ALTA	3	1,25	4	3,30	B

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

SUELO DESCUBIERTO EN DISPONIBLE (%)

<u>Variable N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
S.D.	48	0,39	0,12 178,63

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	71,67	14	5,12	1,48	0,1739
tratamiento	10,75	3	3,58	1,04	0,3898
pastoreo	15,79	2	7,90	2,28	0,1181
bloque	26,75	3	8,92	2,58	0,0705
tratamiento*pastoreo	18,38	6	3,06	0,88	0,5171
Error	114,25	33	3,46		
Total	185,92	47			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,81121

Error: 3,4621 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PC BAJA	1,75	12	0,54	A
PC ALTA	1,17	12	0,54	A
PL ALTA	0,75	12	0,54	A
PL BAJA	0,50	12	0,54	A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,39853

Error: 3,4621 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

2	1,81	16	0,47	A
3	0,88	16	0,47	A
1	0,44	16	0,47	A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,81121

Error: 3,4621 gl: 33

bloque Medias n E.E.

4	2,25	12	0,54	A
3	1,00	12	0,54	A B
2	0,67	12	0,54	A B
1	0,25	12	0,54	B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=4,21765

Error: 3,4621 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PC BAJA	2	3,75	4	0,93	A
PL ALTA	2	1,75	4	0,93	A
PC ALTA	3	1,50	4	0,93	A
PC BAJA	3	1,25	4	0,93	A
PC ALTA	2	1,25	4	0,93	A
PL BAJA	3	0,75	4	0,93	A
PC ALTA	1	0,75	4	0,93	A
PL ALTA	1	0,50	4	0,93	A
PL BAJA	2	0,50	4	0,93	A
PC BAJA	1	0,25	4	0,93	A
PL BAJA	1	0,25	4	0,93	A
PL ALTA	3	0,00	4	0,93	A

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

GRAMÍNEAS EN DISPONIBLE (Kg/ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
DISP. GRAM. (Kg/Ha)	48	0,59	0,42	85,60

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	5470601,33	14	390757,24	3,40	0,0019
tratamiento	631893,83	3	210631,28	1,83	0,1601
pastoreo	716808,17	2	358404,08	3,12	0,0573
bloque	1232457,17	3	410819,06	3,58	0,0241

tratamiento*pastoreo	2889442,17	6 481573,69	4,19	0,0031
Error	3789003,33	33	114818,28	
Total	<u>9259604,67</u>	<u>47</u>		

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=329,84060

Error: 114818,2828 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL ALTA 562,25 12 97,82 A

PC BAJA 433,50 12 97,82 A

PC ALTA 330,67 12 97,82 A

PL BAJA 256,92 12 97,82 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=254,68580

Error: 114818,2828 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 562,63 16 84,71 A

1 351,63 16 84,71 A B

2 273,25 16 84,71 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=329,84060

Error: 114818,2828 gl: 33

bloque Medias n E.E.

2 625,58 12 97,82 A

1 453,25 12 97,82 A B

3 304,17 12 97,82 A B

4 200,33 12 97,82 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=768,07639

Error: 114818,2828 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA 3 1329,25 4 169,42 A

PC BAJA 1 472,00 4 169,42 B

PC BAJA 3 418,75 4 169,42 B

PC BAJA 2 409,75 4 169,42 B

PC ALTA 1 396,25 4 169,42 B

PL BAJA 1 323,25 4 169,42 B

PC ALTA 2 321,75 4 169,42 B

PC ALTA 3 274,00 4 169,42 B

PL BAJA 3 228,50 4 169,42 B

PL BAJA 2 219,00 4 169,42 B

PL ALTA 1 215,00 4 169,42 B
 PL ALTA 2 142,50 4 169,42 B

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

LEGUMINOSAS EN DISPONIBLE (Kg/ha)

Variable N R² R² Aj CV
 DIS. LEG. (Kg/Hà) 48 0,58 0,41 75,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17142545,79	14	1224467,56	3,30	0,0024
tratamiento	6233492,73	3	2077830,91	5,59	0,0032
pastoreo	3108347,54	2	1554173,77	4,18	0,0240
bloque	6208498,06	3	2069499,35	5,57	0,0033
tratamiento*pastoreo	1592207,46	6	265367,91	0,71	0,6406
Error	12259037,19	33	371485,98		
Total	29401582,98	47			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=593,29378

Error: 371485,9754 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL BAJA 1211,17 12 175,95 A
 PL ALTA 1115,17 12 175,95 A B
 PC BAJA 535,58 12 175,95 B C
 PC ALTA 374,00 12 175,95 C

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=458,11068

Error: 371485,9754 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 1146,19 16 152,37 A
 1 749,25 16 152,37 A B
 2 531,50 16 152,37 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=593,29378

Error: 371485,9754 gl: 33

bloque Medias n E.E.

3 1300,33 12 175,95 A
 4 997,58 12 175,95 A B
 2 536,83 12 175,95 B C

1 401,17 12 175,95 C

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1381,56113

Error: 371485,9754 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA	3	1862,00	4 304,75	A
PL BAJA	3	1359,50	4 304,75	A B
PL BAJA	1	1272,25	4 304,75	A B
PL BAJA	2	1001,75	4 304,75	A B
PL ALTA	1	918,75	4 304,75	A B
PC BAJA	3	686,00	4 304,75	A B
PC ALTA	3	677,25	4 304,75	A B
PC BAJA	1	591,25	4 304,75	A B
PL ALTA	2	564,75	4 304,75	A B
PC BAJA	2	329,50	4 304,75	B
PC ALTA	2	230,00	4 304,75	B
PC ALTA	1	214,75	4 304,75	B

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

MALEZAS EN DISPONIBLE (Kg/Ha)

Variable N R² R² Aj CV
DISP. MALEZAS (Kg/Ha) 48 0,62 0,46 49,23

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	2379273,96	14	169948,14	3,84	0,0007
tratamiento	447509,56	3	149169,85	3,37	0,0299
pastoreo	413887,54	2	206943,77	4,68	0,0162
bloque	1345068,73	3	448356,24	10,14	0,0001
tratamiento*pastoreo	172808,13	6	28801,35	0,65	0,6887
Error	1459226,02	33	44218,97		
Total	3838499,98	47			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=204,69296

Error: 44218,9703 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PC ALTA	561,25	12 60,70	A
PC BAJA	475,75	12 60,70	A B
PL ALTA	347,08	12 60,70	B
PL BAJA	324,50	12 60,70	B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=158,05328

Error: 44218,9703 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

1 517,69 16 52,57 A

3 464,25 16 52,57 A

2 299,50 16 52,57 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=204,69296

Error: 44218,9703 gl: 33

bloque Medias n E.E.

4 707,00 12 60,70 A

3 405,33 12 60,70 B

1 299,17 12 60,70 B

2 297,08 12 60,70 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=476,65396

Error: 44218,9703 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PC BAJA 1 675,50 4 105,14 A

PC ALTA 1 602,00 4 105,14 A B

PC ALTA 3 581,25 4 105,14 A B

PC ALTA 2 500,50 4 105,14 A B

PL ALTA 1 449,50 4 105,14 A B

PL BAJA 3 429,50 4 105,14 A B

PL ALTA 3 428,00 4 105,14 A B

PC BAJA 3 418,25 4 105,14 A B

PL BAJA 1 343,75 4 105,14 A B

PC BAJA 2 333,50 4 105,14 A B

PL BAJA 2 200,25 4 105,14 A B

PL ALTA 2 163,75 4 105,14 B

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

RESTOS SECOS EN DISPONIBLE (kg/ha)

Variable N R² R² Aj CV

R. SECOS1 48 0,45 0,22 94,08

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	651226,83	14	46516,20	1,94	0,0591
tratamiento	124913,42	3	41637,81	1,73	0,1795
pastoreo	250832,29	2	125416,15	5,22	0,0107
bloque	226171,42	3	75390,47	3,14	0,0384
tratamiento*pastoreo	49309,71	6	8218,28	0,34	0,9095
Error	793263,08	33	24038,28		
<u>Total</u>	<u>1444489,92</u>	<u>47</u>			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=150,92120

Error: 24038,2753 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PC BAJA 224,67 12 44,76 A

PC ALTA 179,42 12 44,76 A

PL BAJA 171,33 12 44,76 A

PL ALTA 83,75 12 44,76 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=116,53352

Error: 24038,2753 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

1 232,81 16 38,76 A

2 196,88 16 38,76 A

3 64,69 16 38,76 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=150,92120

Error: 24038,2753 gl: 33

bloque Medias n E.E.

2 252,08 12 44,76 A

1 210,50 12 44,76 A B

3 110,42 12 44,76 A B

4 86,17 12 44,76 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=351,43948

Error: 24038,2753 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PC BAJA 1 322,00 4 77,52 A

PC BAJA 2 292,50 4 77,52 A

PL BAJA 1 256,00 4 77,52 A

PC ALTA 1 221,00 4 77,52 A

PL BAJA 2 205,25 4 77,52 A

PC ALTA	2	191,00	4 77,52 A
PL ALTA	1	132,25	4 77,52 A
PC ALTA	3	126,25	4 77,52 A
PL ALTA	2	98,75	4 77,52 A
PC BAJA	3	59,50	4 77,52 A
PL BAJA	3	52,75	4 77,52 A
<u>PL ALTA</u>	<u>3</u>	<u>20,25</u>	<u>4 77,52 A</u>

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

GRAM SEMBRADAS EN REMANENTE (%)

Variable N R² R² Aj CV
GRAM. sem. % 48 0,62 0,46 50,00

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	5772,83	14	412,35	3,86	0,0007
tratamiento	837,50	3	279,17	2,61	0,0676
pastoreo	3374,54	2	1687,27	15,80	<0,0001
bloque	1127,17	3	375,72	3,52	0,0256
tratamiento*pastoreo	433,62	6	72,27	0,68	0,6692
Error	3523,83	33	106,78		
<u>Total</u>	<u>9296,67</u>	<u>47</u>			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=10,05887

Error: 106,7828 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL ALTA	26,25	12 2,98 A
PC ALTA	22,00	12 2,98 A B
PL BAJA	19,75	12 2,98 A B
<u>PC BAJA</u>	<u>14,67</u>	<u>12 2,98 B</u>

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=7,76694

Error: 106,7828 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

2	32,38	16 2,58 A
1	16,44	16 2,58 B
<u>3</u>	<u>13,19</u>	<u>16 2,58 B</u>

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=10,05887

Error: 106,7828 gl: 33

bloque Medias n E.E.

3 24,67 12 2,98 A
2 24,17 12 2,98 A
1 21,25 12 2,98 A B
4 12,58 12 2,98 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=23,42338

Error: 106,7828 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA 2 41,25 4 5,17 A
PL BAJA 2 34,25 4 5,17 A B
PC ALTA 2 29,50 4 5,17 A B C
PC BAJA 2 24,50 4 5,17 A B C
PL ALTA 1 23,75 4 5,17 A B C
PC ALTA 1 21,00 4 5,17 A B C
PC ALTA 3 15,50 4 5,17 B C
PL BAJA 3 14,00 4 5,17 B C
PL ALTA 3 13,75 4 5,17 B C
PL BAJA 1 11,00 4 5,17 B C
PC BAJA 1 10,00 4 5,17 C
PC BAJA 3 9,50 4 5,17 C

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

OTRAS GRAMÍNEAS EN REMANENTE (%)

Variable N R² R² Aj CV
GRAM. otros %1 48 0,68 0,55 65,95

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	7881,46	14	562,96	5,10	0,0001
tratamiento	454,56	3	151,52	1,37	0,2685
pastoreo	203,63	2	101,81	0,92	0,4079
bloque	6426,90	3	2142,30	19,39	<0,0001
tratamiento*pastoreo	796,37	6	132,73	1,20	0,3300
Error	3645,35	33	110,47		
Total	11526,81	47			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=10,23084

Error: 110,4653 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PC BAJA 18,42 12 3,03 A

PL ALTA 17,50 12 3,03 A

PL BAJA 17,17 12 3,03 A

PC ALTA 10,67 12 3,03 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=7,89973

Error: 110,4653 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 18,75 16 2,63 A

1 15,19 16 2,63 A

2 13,88 16 2,63 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=10,23084

Error: 110,4653 gl: 33

bloque Medias n E.E.

1 27,83 12 3,03 A

2 27,17 12 3,03 A

3 4,92 12 3,03 B

4 3,83 12 3,03 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=23,82384

Error: 110,4653 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PC BAJA 1 24,00 4 5,26 A

PL ALTA 3 22,50 4 5,26 A

PL BAJA 3 21,00 4 5,26 A

PC ALTA 3 19,50 4 5,26 A

PC BAJA 2 19,25 4 5,26 A

PL BAJA 1 15,50 4 5,26 A

PL ALTA 1 15,25 4 5,26 A

PL BAJA 2 15,00 4 5,26 A

PL ALTA 2 14,75 4 5,26 A

PC BAJA 3 12,00 4 5,26 A

PC ALTA 2 6,50 4 5,26 A

PC ALTA 1 6,00 4 5,26 A

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

LEGUMINOSAS EN REMANENTE (%)

Variable N R² R² Aj CV
LEG. % 48 0,45 0,21 68,93

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	6555,13	14	468,22	1,91	0,0621
tratamiento	2360,56	3	786,85	3,22	0,0353
pastoreo	307,12	2	153,56	0,63	0,5400
bloque	3459,56	3	1153,19	4,71	0,0076
tratamiento*pastoreo	427,87	6	71,31	0,29	0,9367
Error	8071,19	33	244,58		
<u>Total</u>	<u>14626,31</u>	<u>47</u>			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=15,22335

Error: 244,5814 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL BAJA 34,08 12 4,51 A

PL ALTA 22,83 12 4,51 A B

PC ALTA 17,25 12 4,51 B

PC BAJA 16,58 12 4,51 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=11,75468

Error: 244,5814 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 25,69 16 3,91 A

1 22,88 16 3,91 A

2 19,50 16 3,91 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=15,22335

Error: 244,5814 gl: 33

bloque Medias n E.E.

4 32,00 12 4,51 A

3 29,92 12 4,51 A

1 16,92 12 4,51 A B

2 11,92 12 4,51 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=35,44954

Error: 244,5814 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL BAJA	1	39,50	4 7,82	A
PL BAJA	3	35,00	4 7,82	A
PL BAJA	2	27,75	4 7,82	A
PL ALTA	3	27,25	4 7,82	A
PL ALTA	1	25,00	4 7,82	A
PC ALTA	3	20,75	4 7,82	A
PC BAJA	3	19,75	4 7,82	A
PC ALTA	2	17,50	4 7,82	A
PC BAJA	2	16,50	4 7,82	A
PL ALTA	2	16,25	4 7,82	A
PC BAJA	1	13,50	4 7,82	A
PC ALTA	1	13,50	4 7,82	A

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

MALEZAS EN REMANENTE (%)

Variable N R² R² Aj CV

MALEZAS % 1 48 0,59 0,41 49,41

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	6980,50	14	498,61	3,37	0,0020
tratamiento	3480,75	3	1160,25	7,84	0,0004
pastoreo	594,12	2	297,06	2,01	0,1505
bloque	1808,75	3	602,92	4,07	0,0144
tratamiento*pastoreo	1096,88	6	182,81	1,24	0,3139
Error	4884,75	33	148,02		
Total	11865,25	47			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=11,84303

Error: 148,0227 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PC BAJA	32,75	12 3,51	A
PC ALTA	32,50	12 3,51	A B
PL ALTA	20,75	12 3,51	B C
PL BAJA	12,50	12 3,51	C

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=9,14457

Error: 148,0227 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

1 29,19 16 3,04 A
 3 24,06 16 3,04 A
2 20,63 16 3,04 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=11,84303

Error: 148,0227 gl: 33

bloque Medias n E.E.

4 35,17 12 3,51 A
 3 22,42 12 3,51 B
 2 20,50 12 3,51 B
1 20,42 12 3,51 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=27,57802

Error: 148,0227 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PC ALTA 1 44,00 4 6,08 A
 PC BAJA 3 39,75 4 6,08 A B
 PC BAJA 1 35,50 4 6,08 A B C
 PC ALTA 2 31,50 4 6,08 A B C
 PC BAJA 2 23,00 4 6,08 A B C
 PL ALTA 1 22,75 4 6,08 A B C
 PL ALTA 3 22,50 4 6,08 A B C
 PC ALTA 3 22,00 4 6,08 A B C
 PL ALTA 2 17,00 4 6,08 A B C
 PL BAJA 1 14,50 4 6,08 B C
 PL BAJA 3 12,00 4 6,08 C
PL BAJA 2 11,00 4 6,08 C

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

RESTOS SECOS EN REMANENTE (%)

Variable N R² R² Aj CV

R. SECOS % 48 0,14 0,00 66,61

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	622,16	14	44,44	0,38	0,9710
tratamiento	209,22	3	69,74	0,60	0,6201
pastoreo	173,20	2	86,60	0,74	0,4830
bloque	126,97	3	42,32	0,36	0,7797

tratamiento*pastoreo	112,76	6	18,79	0,16	0,9852
Error	3841,21	33	116,40		
<u>Total</u>	<u>4463,37</u>	<u>47</u>			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=10,50209

Error: 116,4004 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PC BAJA	18,00	12	3,11	A
PC ALTA	17,58	12	3,11	A
PL BAJA	16,50	12	3,11	A
<u>PL ALTA</u>	<u>12,71</u>	<u>12</u>	<u>3,11</u>	<u>A</u>

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=8,10917

Error: 116,4004 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3	18,28	16	2,70	A
1	16,63	16	2,70	A
<u>2</u>	<u>13,69</u>	<u>16</u>	<u>2,70</u>	<u>A</u>

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=10,50209

Error: 116,4004 gl: 33

bloque Medias n E.E.

3	18,08	12	3,11	A
4	16,83	12	3,11	A
2	16,25	12	3,11	A
<u>1</u>	<u>13,63</u>	<u>12</u>	<u>3,11</u>	<u>A</u>

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=24,45548

Error: 116,4004 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PC ALTA	3	22,25	4	5,39	A
PL BAJA	1	19,50	4	5,39	A
PC BAJA	3	19,00	4	5,39	A
PC BAJA	1	18,25	4	5,39	A
PL BAJA	3	18,00	4	5,39	A
PC BAJA	2	16,75	4	5,39	A
PC ALTA	1	15,50	4	5,39	A
PC ALTA	2	15,00	4	5,39	A
PL ALTA	3	13,88	4	5,39	A
PL ALTA	1	13,25	4	5,39	A

PL BAJA 2 12,00 4 5,39 A
 PL ALTA 2 11,00 4 5,39 A

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

SUELO DESCUBIERTO EN REMANENTE (%)

Variable N R² R² Aj CV
S.D. % 48 0,73 0,61 65,48

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	752,57	14	53,76	6,22	<0,0001
tratamiento	30,18	3	10,06	1,16	0,3381
pastoreo	122,14	2	61,07	7,07	0,0028
bloque	561,02	3	187,01	21,64	<0,0001
tratamiento*pastoreo	39,24	6	6,54	0,76	0,6087
Error	285,17	33	8,64		
<u>Total</u>	<u>1037,74</u>	<u>47</u>			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,86151

Error: 8,6416 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PC BAJA 5,42 12 0,85 A
 PC ALTA 5,13 12 0,85 A
 PL ALTA 3,83 12 0,85 A
 PL BAJA 3,58 12 0,85 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,20951

Error: 8,6416 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 6,47 16 0,73 A
 2 4,44 16 0,73 A B
 1 2,56 16 0,73 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,86151

Error: 8,6416 gl: 33

bloque Medias n E.E.

4 10,00 12 0,85 A
 3 4,25 12 0,85 B
 2 2,96 12 0,85 B C

1 0,75 12 0,85 C

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=6,66339

Error: 8,6416 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PC ALTA	3	8,88	4 1,47	A
PC BAJA	3	7,25	4 1,47	A B
PC BAJA	2	6,25	4 1,47	A B
PL ALTA	3	5,50	4 1,47	A B
PL BAJA	3	4,25	4 1,47	A B
PL BAJA	2	4,00	4 1,47	A B
PL ALTA	2	4,00	4 1,47	A B
PC ALTA	2	3,50	4 1,47	A B
PC ALTA	1	3,00	4 1,47	A B
PC BAJA	1	2,75	4 1,47	A B
PL BAJA	1	2,50	4 1,47	A B
<u>PL ALTA</u>	<u>1</u>	<u>2,00</u>	<u>4 1,47</u>	<u>B</u>

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

GRAMÍNEAS EN REMANENTE (Kg/ha)

Variable N R² R² Aj CV
REM. GRAM. (Kg/Ha) 48 0,39 0,13 80,74

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	810638,83	14	57902,77	1,48	0,1717
tratamiento	226193,58	3	75397,86	1,93	0,1435
pastoreo	106287,13	2	53143,56	1,36	0,2701
bloque	377733,08	3	125911,03	3,23	0,0349
tratamiento*pastoreo	100425,04	6	16737,51	0,43	0,8542
Error	1287420,42	33	39012,74		
<u>Total</u>	<u>2098059,25</u>	<u>47</u>			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=192,26570

Error: 39012,7399 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL ALTA	340,83	12 57,02	A
PL BAJA	278,33	12 57,02	A
PC ALTA	182,67	12 57,02	A
<u>PC BAJA</u>	<u>176,67</u>	<u>12 57,02</u>	<u>A</u>

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=148,45760

Error: 39012,7399 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

2 304,13 16 49,38 A

3 240,69 16 49,38 A

1 189,06 16 49,38 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=192,26570

Error: 39012,7399 gl: 33

bloque Medias n E.E.

3 371,92 12 57,02 A

2 257,33 12 57,02 A B

1 226,17 12 57,02 A B

4 123,08 12 57,02 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=447,71549

Error: 39012,7399 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA 3 405,50 4 98,76 A

PL BAJA 2 374,25 4 98,76 A

PL ALTA 2 356,50 4 98,76 A

PL BAJA 3 303,75 4 98,76 A

PC BAJA 2 268,25 4 98,76 A

PL ALTA 1 260,50 4 98,76 A

PC ALTA 2 217,50 4 98,76 A

PC ALTA 1 188,25 4 98,76 A

PL BAJA 1 157,00 4 98,76 A

PC BAJA 1 150,50 4 98,76 A

PC ALTA 3 142,25 4 98,76 A

PC BAJA 3 111,25 4 98,76 A

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

LEGUMINOSAS EN REMANENTE (Kg/ha)

Variable N R² R² Aj CV

REM. LEG. (Kg/Ha) 48 0,64 0,48 73,37

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	3281301,67	14	234378,69	4,12	0,0004
tratamiento	1046483,42	3	348827,81	6,13	0,0020
pastoreo	985827,12	2	492913,56	8,66	0,0009
bloque	775288,92	3	258429,64	4,54	0,0090
tratamiento*pastoreo	473702,21	6	78950,37	1,39	0,2488
Error	1877613,58	33	56897,38		
Total	5158915,25	47			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=232,19065

Error: 56897,3813 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL BAJA 514,17 12 68,86 A

PL ALTA 424,50 12 68,86 A

PC ALTA 182,08 12 68,86 B

PC BAJA 179,75 12 68,86 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=179,28557

Error: 56897,3813 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 519,94 16 59,63 A

1 276,13 16 59,63 B

2 179,31 16 59,63 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=232,19065

Error: 56897,3813 gl: 33

bloque Medias n E.E.

3 493,58 12 68,86 A

4 402,25 12 68,86 A B

2 210,25 12 68,86 B

1 194,42 12 68,86 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=540,68589

Error: 56897,3813 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA 3 832,50 4 119,27 A

PL BAJA 3 694,25 4 119,27 A B

PL BAJA 1 541,25 4 119,27 A B C

PL BAJA 2 307,00 4 119,27 A B C

PL ALTA 1 291,25 4 119,27 B C

PC ALTA	3	284,75	4	119,27	B	C
PC BAJA	3	268,25	4	119,27	B	C
PC BAJA	1	157,75	4	119,27	B	C
PL ALTA	2	149,75	4	119,27		C
PC ALTA	2	147,25	4	119,27		C
PC ALTA	1	114,25	4	119,27		C
<u>PC BAJA</u>	<u>2</u>	<u>113,25</u>	<u>4</u>	<u>119,27</u>	<u></u>	<u>C</u>

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

MALEZAS EN REMANENTE (Kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
<u>REM. MALEZAS (Kg/Ha)</u>	<u>48</u>	<u>0,56</u>	<u>0,38</u>	<u>55,79</u>

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1067332,67	14	76238,05	3,06	0,0041
tratamiento	148237,50	3	49412,50	1,98	0,1356
pastoreo	380431,54	2	190215,77	7,64	0,0019
bloque	172591,50	3	57530,50	2,31	0,0945
tratamiento*pastoreo	366072,13	6	61012,02	2,45	0,0454
Error	822097,00	33	24912,03		
<u>Total</u>	<u>1889429,67</u>	<u>47</u>			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=153,63959

Error: 24912,0303 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL ALTA 331,42 12 45,56 A

PC BAJA 320,08 12 45,56 A

PC ALTA 289,83 12 45,56 A

PL BAJA 190,33 12 45,56 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=118,63252

Error: 24912,0303 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 378,31 16 39,46 A

1 306,38 16 39,46 A

2 164,06 16 39,46 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=153,63959

Error: 24912,0303 gl: 33

bloque Medias n E.E.

4 373,08 12 45,56 A

3 301,42 12 45,56 A

1 230,33 12 45,56 A

2 226,83 12 45,56 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=357,76962

Error: 24912,0303 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA 3 601,00 4 78,92 A

PC BAJA 3 438,25 4 78,92 A B

PC ALTA 1 396,50 4 78,92 A B

PC BAJA 1 369,50 4 78,92 A B

PL ALTA 1 260,00 4 78,92 A B

PL BAJA 3 247,75 4 78,92 A B

PC ALTA 2 246,75 4 78,92 A B

PC ALTA 3 226,25 4 78,92 B

PL BAJA 1 199,50 4 78,92 B

PC BAJA 2 152,50 4 78,92 B

PL ALTA 2 133,25 4 78,92 B

PL BAJA 2 123,75 4 78,92 B

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

RESTOS SECOS EN REMANENTE (kg/ha)

Variable N R² R² Aj CV

REM. R. SECOS 48 0,32 0,03 94,43

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	661822,17	14	47273,01	1,09	0,3996
tratamiento	52840,92	3	17613,64	0,41	0,7492
pastoreo	330471,38	2	165235,69	3,82	0,0323
bloque	144218,42	3	48072,81	1,11	0,3590
tratamiento*pastoreo	134291,46	6	22381,91	0,52	0,7912
Error	1429071,08	33	43305,18		
Total	2090893,25	47			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=202,56692

Error: 43305,1843 gl: 33

tratamiento Medias n E.E.

PL BAJA 268,25 12 60,07 A

PL ALTA 225,92 12 60,07 A

PC BAJA 211,75 12 60,07 A

PC ALTA 175,58 12 60,07 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=156,41167

Error: 43305,1843 gl: 33

pastoreo Medias n E.E.

3 330,75 16 52,02 A

1 199,69 16 52,02 A B

2 130,69 16 52,02 B

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=202,56692

Error: 43305,1843 gl: 33

bloque Medias n E.E.

4 290,67 12 60,07 A

3 254,75 12 60,07 A

2 182,50 12 60,07 A

1 153,58 12 60,07 A

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

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=471,70322

Error: 43305,1843 gl: 33

tratamiento pastoreo Medias n E.E.

PL ALTA 3 420,50 4 104,05 A

PL BAJA 3 409,75 4 104,05 A

PC ALTA 3 280,25 4 104,05 A

PL BAJA 1 267,00 4 104,05 A

PC BAJA 1 234,00 4 104,05 A

PC BAJA 3 212,50 4 104,05 A

PC BAJA 2 188,75 4 104,05 A

PL ALTA 1 157,50 4 104,05 A

PC ALTA 1 140,25 4 104,05 A

PL BAJA 2 128,00 4 104,05 A

PC ALTA 2 106,25 4 104,05 A

PL ALTA 2 99,75 4 104,05 A

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

PRODUCCIÓN ANIMAL

GANANCIA MEDIA DIARIA EN PERÍODO 1 (kg/a/día)

Variable N R² R² Aj CV
G. M. D. P. 1 14 0,87 0,82 15,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,45	4	0,11	15,62	0,0004	
Tratamiento	0,44	3	0,15	20,25	0,0002	
1-May.	1,7E-03	1	1,7E-03	0,23	0,6420	4,1E-04
Error	0,07	9	0,01			
Total	0,52	13				

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,17310

Error: 0,0073 gl: 9

Tratamiento Medias n E.E.

F-AA BAJA 0,88 3 0,05 A

F-AA ALTA 0,56 4 0,04 B

Tr-Rg ALTA 0,48 4 0,04 B C

Tr-Rg BAJA 0,36 3 0,05 C

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

GANANCIA MEDIA DIARIA EN PERÍODO 2 (kg/a/día)

Variable N R² R² Aj CV
G. M. D. P. 2 14 0,82 0,74 16,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,28	4	0,07	10,06	0,0022	
Tratamiento	0,23	3	0,08	10,96	0,0023	
1-May.	0,11	1	0,11	15,37	0,0035	3,3E-03
Error	0,06	9	0,01			
Total	0,34	13				

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,16824

Error: 0,0069 gl: 9

Tratamiento Medias n E.E.

F-AA BAJA 0,73 3 0,05 A

F-AA ALTA 0,49 4 0,04 B

Tr-Rg ALTA 0,46 4 0,04 B

Tr-Rg BAJA 0,35 3 0,05 B

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

GANANCIA MEDIA DIARIA EN PERÍODO 3 (kg/a/día)

Variable N R² R² Aj CV

G. M. D. P. 3 14 0,88 0,82 6,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,39	4	0,10	16,28	0,0004	
Tratamiento	0,36	3	0,12	19,85	0,0003	
1-May.	0,02	1	0,02	3,85	0,0815	1,5E-03
Error	0,05	9	0,01			
Total	0,45	13				

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,15792

Error: 0,0060 gl: 9

Tratamiento Medias n E.E.

F-AA BAJA 1,44 3 0,05 A

F-AA ALTA 1,41 4 0,04 A B

Tr-Rg BAJA 1,27 3 0,05 B

Tr-Rg ALTA 1,04 4 0,04 C

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

GANANCIA MEDIA DIARIA EN PROMEDIO (kg/a/día)

Variable N R² R² Aj CV

G. M. D. Prom. 14 0,97 0,96 4,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,28	4	0,07	70,93	<0,0001	
Tratamiento	0,28	3	0,09	91,40	<0,0001	
1-May.	0,03	1	0,03	32,47	0,0003	1,8E-03
Error	0,01	9	1,0E-03			
Total	0,29	13				

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,06436

Error: 0,0010 gl: 9

Tratamiento Medias n E.E.

F-AA BAJA 0,98 3 0,02 A

F-AA ALTA 0,77 4 0,02 B

Tr-Rg ALTA 0,63 4 0,02 C

Tr-Rg BAJA 0,60 3 0,02 C

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