

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA MEZCLA FORRAJERA Y LA CARGA ANIMAL
EN LA PRODUCCIÓN**

por

Felipe OTTONELLI CITRARO

José SILVA FLEITAS

**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. Nicolas Caram

Fecha: 17 de julio de 2020.

Autores:

Felipe Ottonelli Citraro

José Silva Fleitas

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de la República y Facultad de Agronomía por permitirnos llevar adelante nuestra formación académica.

A nuestro director de tesis Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani por darnos la posibilidad de realizar nuestro trabajo de Tesis de Grado y el apoyo brindado durante su elaboración.

A nuestras familias por el apoyo incondicional, esfuerzo y afecto recibido durante toda la carrera.

A nuestros amigos y compañeros, que formaron parte y fueron participes durante todo este proceso de formación profesional.

A todo el personal de la EEMAC por su trabajo y servicios, docentes, administrativos y funcionarios.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IX
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES QUE COMPONEN LAS MEZCLAS UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO.....	3
2.1.1. <u>Festuca arundinacea</u>	3
2.1.2. <u>Lolium perenne</u>	4
2.1.3. <u>Medicago sativa</u>	5
2.1.4. <u>Trifolium pratense</u>	7
2.2. MEZCLAS FORRAJERAS.....	8
2.2.1. <u>Características de las mezclas forrajeras</u>	8
2.2.2. <u>Tipos de mezclas forrajeras</u>	10
2.2.2.1. Mezclas ultra simples.....	11
2.2.2.2. Mezclas ultrasimples invernales.....	12
2.2.3. <u>Atributos de las pasturas cultivadas</u>	13
2.2.3.1. Problemas de implantación.....	13
2.2.3.2. Falta de equilibrio entre gramíneas y leguminosas.....	14
2.2.3.3. Enmalezamiento prematuro.....	14
2.2.3.4. Evolución hacia una estacionalidad más marcada.....	15
2.2.3.5. Baja persistencia y estabilidad.....	16
2.2.4. <u>Dinámica de las mezclas forrajeras</u>	16
2.3. EFECTOS DEL PASTOREO.....	17
2.3.1. <u>Generalidades</u>	17
2.3.2. <u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	17
2.3.2.1. Frecuencia.....	17
2.3.2.2. Intensidad.....	18

2.3.2.3. Uniformidad.....	19
2.3.2.4. Momento	19
2.3.3. <u>Efectos sobre el rebrote</u>	19
2.3.4. <u>Efecto sobre la morfología</u>	20
2.3.5. <u>Efecto sobre la composición botánica de la pastura</u>	20
2.3.6. <u>Efecto sobre la utilización del forraje</u>	21
2.3.7. <u>Efecto sobre la calidad del forraje</u>	21
2.3.8. <u>Efecto sobre la persistencia</u>	22
2.4. PRODUCCIÓN ANIMAL EN PASTOREO	22
2.4.1. <u>Consumo animal en pastoreo</u>	23
2.4.1.1. Estructura de la pastura y su efecto en el consumo.....	24
2.4.1.2. Selección de la dieta y su efecto en el consumo.....	25
2.4.2. <u>Carga animal</u>	25
2.4.2.1. Carga animal y su relación con la oferta de forraje	26
2.4.2.2. Variación de la carga y los efectos productivos.....	27
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	29
3.1. CARACTERÍSTICAS EXPERIMENTALES.....	29
3.1.1. <u>Lugar y período experimental</u>	29
3.1.2. <u>Información meteorológica</u>	29
3.1.3. <u>Descripción del sitio experimental</u>	29
3.1.4. <u>Antecedentes del área experimental</u>	30
3.1.5. <u>Tratamientos</u>	30
3.1.6. <u>Diseño experimental</u>	31
3.2. METODOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.....	32
3.2.1. <u>Descripción de las variables y métodos utilizados</u>	32
3.2.1.1. Disponible y remanente de materia seca	32
3.2.1.2. Altura del forraje.....	33
3.2.1.3. Composición botánica	33
3.2.1.4. Suelo desnudo	33
3.2.1.5. Forraje desaparecido.....	33
3.2.1.6. Producción de forraje	33
3.2.1.7. Tasa de crecimiento	33
3.2.1.8. Utilización de la pastura	34
3.2.1.9. Peso de los animales	34
3.2.1.10. Oferta de forraje	34

4.2.3.2. Composición botánica porcentual promedio del forraje remanente	50
4.2.4. <u>Suelo descubierto</u>	51
4.2.5. <u>Producción de materia seca</u>	52
4.2.5.1. Tasa de crecimiento invernal según tratamiento	52
4.2.5.2. Tasa de crecimiento invernal primaveral según tratamiento	53
4.2.5.3. Tasa de crecimiento primaveral según tratamiento.....	54
4.2.5.4. Tasa de crecimiento promedio de los tratamientos en todo el período experimental	55
4.2.5.5. Evolución de la tasa de crecimiento según tratamiento	55
4.2.5.6. Producción de forraje promedio invernal según tratamiento	56
4.2.5.7. Producción de forraje promedio invernal-primaveral según tratamiento.....	57
4.2.5.8. Producción de forraje promedio primaveral según tratamiento	57
4.2.5.9. Producción de forraje promedio y total en todo el período experimental según tratamiento.....	58
4.2.6. <u>Forraje desaparecido</u>	59
4.2.6.1. Forraje desaparecido promedio invernal según tratamiento	60
4.2.6.2. Forraje desaparecido promedio invernal-primaveral según tratamiento.....	60
4.2.6.3. Forraje desaparecido promedio primaveral según tratamiento	61
4.2.6.4. Forraje desaparecido promedio para todo el período experimental	61
4.2.7. <u>Utilización del forraje</u>	62
4.2.7.1. Utilización promedio invernal del forraje disponible según tratamiento.....	62
4.2.7.2. Utilización promedio invernal-primaveral del forraje disponible según tratamiento	63
4.2.7.3. Utilización promedio primaveral del forraje disponible según tratamiento.....	63
4.2.7.4. Utilización promedio del forraje disponible para todo el período experimental	64
4.2.8. <u>Oferta de forraje</u>	64
4.2.8.1. Oferta de forraje invernal-primaveral.....	65
4.2.8.2. Oferta de forraje primaveral tardía	65
4.3. PRODUCCIÓN ANIMAL.....	66
4.3.1. <u>Ganancia media diaria por animal</u>	66

4.3.2. <u>Producción de peso vivo por hectárea</u>	68
4.4. CONSIDERACIONES FINALES.....	71
5. <u>CONCLUSIONES</u>	72
6. <u>RESUMEN</u>	73
7. <u>SUMMARY</u>	74
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	75
9. <u>ANEXOS</u>	82

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción anual y acumulada de materia seca (kg. ha ⁻¹) del cv. Typhoon en el ensayo sembrado en el 2008 durante condiciones de seca extrema	4
2. Producción de forraje anual y acumulado (kg de MS. ha ⁻¹), de festucaPG 470 (cv Typhoon), ensayo sembrado en 2002	4
3. Producción de forraje anual y acumulado (kg MS ha ⁻¹) de raigrás cv. Horizon, ensayo sembrado en el año 2017.....	5
4. Producción de forraje anual y acumulado (kg MS ha ⁻¹) de alfalfa cv. Chaná, en el ensayo sembrado en el año 2015.....	7
5. Producción de forraje (kg de MS ha ⁻¹) anual y acumulado del cultivar E. 116 en el ensayo sembrados en el año 2011	8
6. Forraje disponible invernal según tratamiento	37
7. Forraje disponible invernal primaveral según tratamiento.....	38
8. Forraje disponible primaveral según tratamiento	39
9. Disponibilidad promedio para todo el período experimental	39
10. Altura promedio del forraje disponible invernal	41
11. Altura promedio del forraje disponible invernal-primaveral	42
12. Altura promedio del forraje disponible primaveral	42
13. Altura promedio del disponible para los tratamientos	43
14. Forraje remanente promedio invernal	43
15. Forraje remanente promedio invernal-primaveral	44
16. Forraje remanente promedio primaveral.....	44
17. Forraje remanente promedio de los tratamientos	44
18. Altura promedio del forraje remanente invernal	45
19. Altura promedio del forraje remanente invernal-primaveral	45
20. Altura promedio del forraje remanente primaveral	46
21. Altura promedio del forraje remanente en todo el período experimental	46
22. Composición botánica porcentual promedio del disponible para todo el período experimental.....	50
23. Composición botánica porcentual del remanente	51
24. Suelo descubierto promedio según tratamiento sobre forraje disponible y remanente	52
25. Tasas de crecimiento invernal promedio según tratamiento.....	53

26. Tasa de crecimiento invernal-primaveral según tratamiento.....	54
27. Tasa de crecimiento primaveral según tratamiento	54
28. Tasa de crecimiento promedio en período experimental según tratamiento....	55
29. Producción de forraje promedio invernal según tratamiento	56
30. Producción de forraje invernal-primaveral según tratamiento	57
31. Producción de forraje promedio primaveral según tratamiento.....	58
32. Producción de forraje promedio, y producción total de forraje según tratamiento en todo el período experimental	59
33. Forraje desaparecido promedio invernal según tratamiento	60
34. Forraje desaparecido promedio invernal-primaveral según tratamiento	60
35. Forraje desaparecido promedio primaveral según tratamiento	61
36. Forraje desaparecido promedio según tratamiento.....	62
37. Utilización promedio invernal del forraje disponible según tratamiento.....	63
38. Utilización promedio invernal-primaveral del forraje disponible según tratamiento.....	63
39. Utilización promedio primaveral del forraje disponible según tratamiento	64
40. Utilización promedio del forraje según tratamiento	64
41. Oferta de forraje en invierno-primavera	65
42. Oferta de forraje en primavera tardía.....	65
43. Ganancia media diaria por animal según tratamiento y período.....	66
44. Ganancia de peso vivo promedio y producción de carne según tratamiento.....	68

Figura No.

1. Potreros 32b y 35 de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni.....	31
2. Croquis del experimento con sus bloques, unidades experimentales y tratamientos al azar	31
3. Caracterización climática en el año experimental y serie histórica para las mismas variables	36
4. Evolución del disponible promedio para las dos mezclas	41
5. Forraje remanente, altura promedio invernal y primaveral para los tratamientos	47
6. Evolución del forraje remanente promedio mensual y la utilización para carga alta y baja sobre trébol rojo y raigrás.....	48

7. Evolución del forraje remanente promedio mensual y la utilización para carga alta y baja sobre alfalfa y festuca.....	49
8. Composición botánica del disponible promedio	50
9. Composición botánica promedio del remanente	51
10. Evolución de la tasa de crecimiento según tratamiento	56
11. Producción de carne expresada en peso vivo y ganancia media diaria en función de la oferta de forraje	70

1. INTRODUCCIÓN

Las pasturas sembradas son cada vez más utilizadas en los sistemas de producción del Uruguay, ya que estas complementan al campo natural, reducen la estacionalidad en la producción y aumentan el valor nutritivo del forraje (Zanoniani y Lattanzi, 2017a).

La utilización de pasturas sembradas viene en aumento, si se tienen en cuenta los rubros ganadero, agrícola-ganadero y lechero, para el año 2009 la superficie ocupada por pasturas sembradas fue de 971 miles de hectáreas, sin embargo para el año 2017 son 1190 miles de hectáreas según MGAP. DIEA (2018).

Además de en muchos sistemas de producción son incluidas en la rotación por diferentes motivos, ya sea por mejoramientos en las propiedades físicas y químicas del suelo o por diversificación de ingresos. En este trabajo se evaluarán dos mezclas, una de ellas de corta duración, pensada para sistemas en los que rápidamente se sale de la fase de pasturas, y la otra de larga duración.

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

Es común el uso de mezclas forrajeras multipropósito, formadas por tres o cuatro especies complementarias, intentando una buena distribución estacional, este aspecto se logra parcialmente y las pasturas ofrecen forraje con resultados económicos variables sobre la producción animal (Carámbula, 2004a).

Es de vital importancia el rol de las pasturas cultivadas en la alimentación de los rodeos, donde los productores, en conjunto con los asesores técnicos deben coincidir en que la pastura es un ecosistema y existen varios factores que interaccionan entre sí. El arte del manejo del pastoreo, está gobernado por la frecuencia, el momento y la intensidad, por eso es fundamental conocer las especies que componen la mezcla, y en lo que concierne a los animales el ajuste de carga animal basándose en los requerimientos y la oferta por parte de la pastura parecen ser las claves para obtener un buen resultado productivo y económico.

1.1 . OBJETIVO GENERAL

El trabajo presentado tiene como objetivos medir la producción de forraje en el período invierno primaveral de las dos mezclas utilizadas, *Medicago sativa* con *Festuca arundinacea* y *Lolium perenne* con *Trifolium pratense*. Como objetivo final poder medir y analizar las ganancias de peso en el período mencionado para cada tratamiento.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir la producción forrajera invierno-primaveral para las dos mezclas.
- Determinar la composición botánica para cada tratamiento, para el disponible y remanente, así poder analizar calidad de la dieta.
- Concluir sobre la utilización de la pastura manejando distintas intensidades de defoliación.
- Caracterizar la ganancia de peso (GMD), en base a dos mezclas forrajeras de segundo año en carga alta y baja.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES QUE COMPONEN LAS MEZCLAS UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO

2.1.1. Festuca arundinacea

La festuca es una especie perenne, con ciclo de producción invernal. Presenta hábito de crecimiento cespitoso a rizomatoso, se adapta a un rango amplio de suelos, prosperando mejor en suelos medios a pesados y tolera suelos ácidos y alcalinos. Crece bien en lugares húmedos y presenta a la vez buena resistencia a la sequía (Carámbula, 2002).

Esta especie presenta buena precocidad otoñal, con rápido rebrote de fines de invierno y floración temprana. Su implantación es lenta dado a que sus plántulas son muy poco vigorosas, como consecuencia son fácilmente dominadas por especies anuales de crecimiento rápido (Carámbula, 2002).

Debido a su alta producción y a su rebrote rápido, necesita disponer de muy buena fertilidad. Para esto es necesario disponer de un importante suministro de nitrógeno, ya sea a través de fertilizantes o mediante la asociación con leguminosas. Cuando este requerimiento no se cubre, cambia radicalmente su comportamiento, se torna amarillenta, rebrota lentamente y su forraje es poco atractivo o rechazado por los animales (Carámbula, 2002).

En cultivos puros de festuca es frecuente que la disponibilidad de nitrógeno sea una limitante importante, especialmente en los de mayor edad. Las respuestas al nitrógeno son importantes en todas las estaciones del año y se destaca los muy buenos rendimientos posibles de obtener especialmente en los primeros 45 días del otoño. En todo el año, esta especie presenta una respuesta lineal en producción de forraje respecto a la aplicación de nitrógeno (Formoso, 2010).

Esta especie se caracteriza por tener problemas de apetecibilidad en etapas avanzadas del crecimiento, siendo este motivo uno de los principales inconvenientes que presenta esta gramínea, razón por la cual en algunas zonas y sistemas de producción su utilización es limitada (Carámbula, 2002).

En cuanto al manejo de defoliación, la festuca admite que las mismas sean intensas y relativamente frecuentes, debido no solo a que las sustancias de reserva se encuentran en las raíces y rizomas cortos de las plantas, sino también a que, por lo general, las plantas presentan áreas foliares remanentes altas luego de los pastoreos (MacKee, citado por Carámbula, 2002). Sin embargo, Carámbula

(2002) afirma que períodos prolongados de pastoreo intensivo pueden llegar a ser desfavorables para el crecimiento de la festuca.

La persistencia de esta especie depende fundamentalmente del desarrollo de un buen sistema radicular desde fines de invierno y primavera. Por otra parte, se debe tener en cuenta que un manejo de pastoreo intenso y abusivo en verano puede afectar desfavorablemente los rebrotes de otoño, atributo muy valioso de esta especie considerada una gramínea perenne precoz. El manejo debe evitar el endurecimiento de las plantas, ya que si se pierde ternura, se pierde digestibilidad y apetecibilidad, generando esto rechazo por parte de los animales. El manejo adecuado debe de ser con pastoreo rotativo, entrando a pastorear con alturas no mayores de 10-15 cm (Carámbula, 2002).

Formoso (2010) en experimentos sobre pastoreo de festuca encontró que en todas las estaciones del año, los cortes realizados cada 30 días, los cuales se determinan como cortes frecuentes, deprimen significativamente entre un 25 y 67% los rendimientos de forraje. Esto se explica porque intervalos tan cortos en festuca, producen restricciones energéticas en las plantas por falta de área foliar, que se traduce en tasas de rebrotes post corte muy lentas. Dicha frecuencia debilita las plantas y no es sustentable para la pastura, perjudicando así su persistencia. Los intervalos entre cortes de 45 días serían los más apropiados.

Cuadro No. 1. Producción anual y acumulada de materia seca (kg. ha⁻¹) del cv. Typhoon en el ensayo sembrado en el 2008 durante condiciones de seca extrema

Año	Año 12008	Año 2 2009	Año 32010	Año 42011	Total acumulado
kg/ha de MS	3317	12509	6140	9244	31210

Fuente: Procampo Uruguay (2011).

Cuadro No. 2. Producción de forraje anual y acumulado (kg de MS. ha⁻¹), de festuca PG 470 (cv. Typhoon), ensayo sembrado en 2002

Año	Año 1 2002	Año 2 2003	Año 3 2004	Total acumulado
kg/ha de MS	3080	13137	12205	28422

Fuente: INASE (2004).

2.1.2. *Lolium perenne*

Es una especie de ciclo de vida perenne, con ciclo de producción invernal, y su hábito de crecimiento es cespitoso. Su producción es máxima en suelos fértiles y bien drenados, y mínima en suelos arenosos. Es de fácil establecimiento, más macolladora y precoz que otras gramíneas invernales

perennes. Admite pastoreos continuos y severos, sin ser afectada de gran forma por el pisoteo (Carámbula, 2002).

En ambientes sin limitantes, el raigrás asociado con otra leguminosa forma una mezcla de excelentes atributos, dado que a las bondades de la primera especie se suman las de la segunda, siendo una de las más adecuadas para esta asociación el trébol rojo (Carámbula, 2002).

El *Lolium perenne* es muy afectado por temperaturas desfavorables, heladas tardías y primaveras frías, por lo tanto en aquellas pasturas con raigrás dominante tienen alta probabilidad de presentar problemas de persistencia en el segundo año de utilización (Munro y Davies, 1973).

En la región, el raigrás perenne presenta un comportamiento muy pobre durante el verano, dadas sus exigencias en humedad, por lo que de incluirse esta especie como el componente gramínea de una mezcla, el forraje disponible en esta época será completamente desbalanceado a favor de la, o las leguminosas asociadas en la mezcla, con los posibles inconvenientes que esto puede causar (Carámbula, 2002).

En esta especie, la rapidez y eficiencia con que ocurre el crecimiento de los sistemas radiculares, será menor cuanto más dañadas hayan sido las plantas por sobrepastoreos durante el invierno. En dichas circunstancias se impedirá la acumulación de reservas en los órganos más perecederos de las plantas, así como también se verá afectado el microambiente debido a la acción física del pisoteo sobre la parte aérea de las plantas y sobre la parte subterránea, teniendo en el segundo caso efecto negativo en la compactación, aireación e infiltración del agua (Carámbula, 2002).

Cuadro No. 3. Producción de forraje anual y acumulado (kg MS ha⁻¹) de raigrás cv. Horizon, ensayo sembrado en el año 2017

Año	Año 1 2017	Año 2 2018	Total acumulado
kg/ha de MS	13051	3570	16612

Fuente: INASE (2018).

2.1.3. *Medicago sativa*

Es una leguminosa perenne estival erecta de altos requerimientos, siendo algunos de estos, suelos fértiles, profundos y bien drenados. Presenta buen vigor inicial y establecimiento, con gran potencial de producción primavera-estivo-otoñal y alta capacidad fijadora de nitrógeno (Carámbula, 2002).

Se caracteriza por tener muy alto valor nutritivo, principalmente en estado vegetativo y elevado consumo por parte de los animales, teniendo grandes problemas de meteorismo en etapas previas a la floración. Admite pastoreos intensos, pero poco frecuentes (Carámbula, 2002).

Formoso (2000) afirma que es una especie muy exigente en cuanto a sus requerimientos de manejo y muy sensible a variaciones en el mismo.

La alfalfa tiene un crecimiento a partir de corona, éste es un órgano en general ramificado, que presenta periféricamente yemas, a partir de las cuales se originan tallos. Al ubicarse debajo del nivel del suelo, fuera del horizonte de pastoreo, están protegidas y libres de ser dañadas o directamente comidas por el animal. De las leguminosas es la que mejor tolera la sequía, requiere de suelos con buen escurrimiento, ya que sus raíces son particularmente sensibles a la falta de oxigenación que produce el anegamiento. La tolerancia a éste último es menor al estado de plántula, etapa en la cual un par de días en suelos anegados puede reducir mucho la población (Rebuffo, 2000).

Presenta cualidades excelentes, no solo por sus altos rendimientos en cantidad y calidad de forraje, sino también por su carácter mejorador de suelos y restaurador de fertilidad en las rotaciones (Carámbula, 2002).

“Los cambios en digestibilidad de la alfalfa a lo largo del año son constantes, siendo algo superiores solo en primavera” (Carámbula, 2002).

Los cultivares de alfalfa se clasifican de acuerdo a su grado de reposo invernal. Durante este período la planta no crece y por lo tanto no existe producción de forraje. Las clasificaciones son: sin reposo, con reposo corto y con reposo largo. Las diferencias que presenta cada cultivar se explicitan en la arquitectura de las plantas, la persistencia y la estacionalidad de la producción de forraje (Carámbula, 2002).

Llevar a cabo un sistema de pastoreo rotativo es imprescindible si se quiere brindar a las pasturas con base de alfalfa descansos óptimos entre pastoreos, que permitan una adecuada recomposición de reservas para permitirle a las plantas obtener rebrotes vigorosos que aseguren la persistencia y productividad de las praderas (Kloster et al., 2003).

Los pastoreos en alfalfa deben realizarse cuando la misma se encuentra en fase reproductiva (cuando aproximadamente las plantas se encuentran entre inicio y 10% de floración), o cuando se da el crecimiento de nuevos tallos que emergen desde la base o corona de la planta, los llamados rebrotes basales. En ese momento la planta indica que su condición fisiológica se ha restablecido del

pastoreo o rebrote, y puede ser pastoreada nuevamente. Pero este indicador puede fallar en condiciones de sequía (Formoso, 2000).

Los manejos del pastoreo inadecuados para alfalfa, son aquellos que comprenden pastoreos demasiado frecuentes, siendo en éstos donde el rebrote axilar adquiere mayor relevancia agronómica. En dichos regímenes de manejo, es fundamental la permanencia de un rastrojo residual de unos 5 cm para asegurar su persistencia (Formoso, 2000).

Estudios realizados en EEA Pergamino, han mostrado que la inclusión de una gramínea junto a la alfalfa, puede provocar en esta última, pérdidas de plantas (Carámbula, 2002).

Cuadro No. 4. Producción de forraje anual y acumulado (kg MS ha⁻¹) de alfalfa cv. Chaná, en el ensayo sembrado en el año 2015

Año	Año 1 2015	Año 2 2016	Año 3 2017	Total acumulado
kg/ha de MS	8841	10699	4031	23572

Fuente: INASE (2018).

2.1.4. *Trifolium pratense*

Esta especie es una leguminosa bianual invernal, de porte erecto. Requiere suelos fértiles de texturas medias y pesadas con buena profundidad, pero estos deben ser bien drenados ya que es susceptible a enfermedades en la raíz y la corona (Carámbula, 2002).

Presenta muy buen vigor inicial y rápido establecimiento, entregando alta producción otoño-invierno-primaveral con posibilidades de producción estival en veranos húmedos, dependiendo del cultivar (Carámbula, 2002).

Su alto valor nutritivo principalmente en estado vegetativo, le concede un alto riesgo de meteorismo. Admite pastoreos intensos, pero poco frecuentes, dejando largos períodos de descanso para la recuperación del área foliar, ya que las defoliaciones severas y frecuentes reducen su productividad. Adaptándose mejor a pastoreos rotativos que a continuos. A esto se suma su susceptibilidad al pisoteo excesivo ya que presenta corona superficial (Carámbula, 2002).

Aporta forraje temprano debido a su muy buena precocidad, pero debe considerarse que se trata de una especie perenne de vida corta, debido a que no solo en el primer verano muchas plantas mueren por el efecto de enfermedades de raíz y corona, sino que además su resiembra natural es muy poco eficiente (Carámbula, 2002).

Carámbula (2002), afirma que los tipos de trébol rojo se distinguen básicamente por su época de floración, y por su crecimiento temprano en primavera. El trébol rojo está adaptado a climas templados y a pasturas de vida corta, ya que su ciclo de vida suele reducirse de tal forma que se comporta como bianual e incluso anual, teniendo como requerimiento suelos de alta fertilidad.

La siembra debe realizarse temprano en el otoño, dado que sus plántulas son sensibles al frío. En siembras oportunas y condiciones favorables para su crecimiento, compite fuertemente con otros pastos y leguminosas, produciendo altos volúmenes de forraje en su primer año. Esta característica compensa su vida corta y justifica su inclusión en mezclas para pasturas permanentes, las cuales normalmente no son muy productivas en el primer año y principios del segundo (Carámbula, 2002).

Para utilizar esta especie bajo pastoreo se recomienda siempre sembrarla asociada a una gramínea como *Lolium multiflorum*. De esta forma se controlará mejor el alto poder meteorizante de esta especie (Muslera y Ratera, citados por Carámbula, 2002).

Presenta una escasa persistencia debido a la muerte de plantas por marchitez y podredumbre radicular, fundamentalmente causadas por hongos del género *Fusarium* spp. (Díaz et al. 1996, Altier 1996).

Cuadro No. 5. Producción de forraje (kg de MS ha⁻¹) anual y acumulado del cultivar E. 116 en el ensayo sembrados en el año 2011

Año	Año 1 2011	Año 2 2012	Total acumulado
kg/ha de MS	8154	10419	18573

Fuente: INASE (2014).

2.2. MEZCLAS FORRAJERAS

2.2.1. Características de las mezclas forrajeras

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

El resultado de esta asociación artificial puede ser de mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio y por último falta total de interferencia. Se deben definir mezclas que obtengan una mejor explotación del medio ambiente en su totalidad, con gramíneas de alto potencial de rendimiento y leguminosas con alta capacidad nitrificadora, experimentando la

menor interferencia competitiva entre las especies que la conforman (Carámbula, 2002).

Santiñaque y Carámbula (1981) afirman que las mezclas forrajeras están compuestas por especies gramíneas y leguminosas perennes generalmente. El objetivo de estas es producir alto rendimiento de materia seca con alto valor nutritivo durante varios años. Es importante que la producción anual este uniformemente distribuida. En Uruguay se presentan limitaciones para lograr estos objetivos, explicadas principalmente por la variación estacional de ciertos parámetros climáticos.

Para obtener una adecuada mezcla forrajera se debe lograr una combinación bien balanceada de gramíneas y leguminosas, para lo cual se acepta como ideal que la misma esté compuesta por 60- 70% de las primeras, 20- 30% de las segundas y 10% malezas (Carámbula, 2002).

Por otra parte, Scheneiter, citado por Zanoniani (2014), indica que cuando dos o más especies forrajeras se siembran juntas, la competencia es el fenómeno más frecuente en la relación que se establece entre ellas, o de complementación el cual es más esporádico.

La necesidad de que la pastura deba estar formada por especies de ambas familias (gramíneas y leguminosas) tiene varias razones, ya que ni las gramíneas solas, ni las leguminosas puras proveen una buena pastura y, por consiguiente, con las mezclas mixtas ambas se complementan de manera más productiva y rentable (Carámbula, 2002).

Para situaciones en las que se siembran leguminosas puras con el objetivo de que éstas actúen como bancos de proteínas, Carámbula (2002) afirma que la presencia de una gramínea perenne puede promover incrementos que van desde 10 a 20% sobre el forraje ofrecido por la leguminosa pura. Este comportamiento puede observarse por ejemplo cuando la alfalfa es sembrada en mezcla con festuca, la misma sea fertilizada o no con nitrógeno.

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

Las gramíneas como eje de la mezcla le confieren: a) productividad sostenida por varios años, b) adaptación a gran variedad de suelos, c) facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuadas, d) explotación total del nitrógeno simbiótico, e) estabilidad en la pastura (en especial si son perenne), f) baja sensibilidad al pastoreo y corte, g) baja susceptibilidad a enfermedades y plagas,

h) baja vulnerabilidad a la invasión de malezas. Por otra parte, las leguminosas se ofrecen como: a) dadoras de nitrógeno a las gramíneas, b) poseedoras de alto valor nutritivo para completar la dieta animal, y c) promotoras de fertilidad en suelos naturalmente pobres, así como cansados y degradados por un mal manejo (Carámbula, 2002).

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

Herriott, citado por Carámbula (2002), afirma que los animales que pastorean en mezclas presentan un mayor consumo frente a las mismas especies en siembras puras, mostrando una mayor apetecibilidad por el forraje. Al mismo tiempo se evitan problemas nutricionales y fisiológicos como: meteorismo, el cual se da en pasturas de leguminosas puras, e hipomagnesemia y toxicidad por nitratos en gramíneas puras. También es importante un buen porcentaje de leguminosas en la mezcla ya que las mismas uniformizan la materia seca digestible a lo largo de un período más amplio, estimulando de esta manera las producciones animales.

Carámbula (1991) menciona como uno de los objetivos más importantes a la hora de utilizar pasturas cultivadas, a obtener los máximos rendimientos de materia seca por hectárea utilizando las características destacables de las familias de gramíneas y leguminosas. Esto se lleva a cabo con el uso de especies y variedades adecuadas, las cuales reemplazarán el tapiz natural, cubriendo la demanda mediante características deseables y gran adaptabilidad. Con esto se busca disponer de mayor biomasa y de mejor calidad en momentos estratégicos, ocasionando también incrementos en la fertilidad del suelo.

Las pasturas cultivadas convencionales están constituidas por mezclas de gramíneas invernales y leguminosas de ciclo invernal y estival. La menor producción de las mismas se registra en verano, determinando la época de mayor carencia forrajera. En contraposición, en la primavera es donde se alcanza la máxima producción de forraje, época en que la mayoría de las especies se encuentran en etapa reproductiva (Carámbula, 1991).

2.2.2. Tipos de mezclas forrajeras

Según Carámbula (2002), cada especie rendirá más en cultivos puros, ya que se le puede aplicar el manejo adecuado para dicha especie, pero las mezclas permiten una utilización más eficiente del ambiente, y si los ciclos de las especies

que componen la mezcla son diferentes, existirá una menor competencia. Es importante tener en cuenta que no sólo interesa obtener máximos rendimientos de cada una de las especies, sino menores riesgos de enmalezamiento y el mayor valor nutritivo del forraje, obteniendo como resultado pasturas con persistencia productiva de alta calidad.

Coincidiendo con Carámbula, Formoso (2010), afirma que a medida que aumenta el número de especies que integran las mezclas forrajeras, la producción individual de cada especie disminuye, pero sin embargo, al sumar los aportes de cada una se observan incrementos significativos en la producción total de la mezcla. Esto está explicado por los efectos complementarios en el espacio y tiempo entre las mismas.

2.2.2.1. Mezclas ultra simples

“El valor nutritivo de un forraje compuesto por muchas especies en diferentes estados de desarrollo es siempre de menor valor que el producido por especies individuales, mezclas simples, o ultrasimples” (Carámbula, 2002).

Según Carámbula (2002), el uso de mezclas ultra simples o simples, las cuales están compuestas por pocas especies, permite ajustar las diferentes tasas de crecimiento que presentan sus integrantes en las distintas épocas del año. Al formar una mezcla de especies con características similares y bien adaptadas al ambiente de crecimiento, se logrará el máximo aprovechamiento de cada una de ellas, siempre que se realice el manejo adecuado.

Harris y Lazenby (1974) señalan que la condición necesaria para que una mezcla ultrasimple (gramínea y leguminosa) sea superior en rendimiento que sus componentes, podría ser dada por especies de diferente ciclo, de manera que se superpongan lo menos posible, minimizando la competencia entre ambos componentes de la mezcla.

Se destaca que estas mezclas realizan una explotación incompleta del medio ambiente, presentando un gran déficit de producción en determinada época del año, teniendo como consecuencia mayores posibilidades de enmalezamiento en este período. La desaparición de alguna de las especies transformará a la pastura en un cultivo puro de baja densidad e invadido de malezas y pastos nativos de bajo rendimiento. Esto hace que sea más fácil deteriorar por mal manejo a una pastura simple que a una compleja (Carámbula, 2002).

En este sentido, Zuo et al., citados por Zanoniani (2014), muestran que mezclas de *Dactylis glomerata* con *Medicago sativa* o de *Festuca arundinacea* con *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* producen más forraje que la siembra de cada una como monocultivo. Además, aumenta la utilización de la pastura,

enriquece la estructura de la comunidad y aumenta los beneficios económicos y ecológicos.

2.2.2.2. Mezclas ultrasimples invernales

Carámbula (2002) menciona de la siguiente manera las características que presentan las mezclas ultrasimples invernales:

- Mientras en los primeros años son dominantes las leguminosas, a partir del tercer año se afirman las gramíneas siempre que hayan sido bien implantadas desde la siembra.
- La fracción leguminosa puede sufrir grandes pérdidas en los veranos secos, por lo que es importante favorecer la formación de buenos bancos de semilla.
- Estas mezclas presentan en verano graves riesgos de enmalezamiento y en particular de gramilla.
- Cuanto más largo es el tiempo de reposo de las especies o cultivares que componen la mezcla, aumentan los riesgos por enmalezamiento.
- A mayor fertilidad del suelo, mayor es la competencia por parte de la gramilla.
- Es fundamental que en otoño se favorezca el macollaje de las gramíneas y el reclutamiento de las leguminosas.

En la actualidad es poco común que la fracción gramínea de las pasturas esté integrada por especies perennes estivales, esto puede deberse a que poseen un contenido de energía neta, proteína cruda y fósforo menor que las gramíneas perennes invernales, y a la escasa disponibilidad de semillas en el mercado. Estas características afectan en gran medida la producción animal, pero sin embargo su uso puede beneficiar la persistencia y productividad de la pastura ya que deprime el establecimiento de las malezas en el verano (Zanoniani, Carámbula, citados por Zanoniani, 2014).

Una de las mezclas más utilizada en rotaciones cortas es la formada por trébol rojo y raigrás. Dicha mezcla se caracteriza por tener altos rendimientos en el primer año, pero en el segundo y el tercero su comportamiento depende en gran medida de las especies y cultivares utilizados (Carámbula, 2002).

En lo que a composición botánica y calidad del forraje respecta, estas mezclas se caracterizan por ser bastante inestables, siendo la gramínea acompañante la que determina el resultado de la mezcla. Si se siembran raigrases anuales éstos dominarán en el primer año, pero la situación se revierte al segundo año donde predomina el trébol rojo. Si la fracción gramínea presenta gran proporción de plantas bianuales la pastura permanecerá productiva por más tiempo (Carámbula, 2002).

Zanoniani (2010) afirma que pasturas sembradas conformadas por especies anuales y bianuales invernales como son *Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense* dejan gran parte del año el suelo descubierto. Si bien se menciona como causa de esa desaparición las condiciones estivales, la dominancia de especies invernales que son utilizadas en las mezclas, determina que por lo menos el 50% del área del suelo se encuentre descubierto en el período comprendido entre octubre y mayo.

En tal sentido, Santiñaque y Carámbula, Boggiano y Zanoniani, citados por Zanoniani (2010), concluyen que la siembra de una mezcla de especies perennes de ciclo similar o complementario no sólo disminuye el período sin cobertura del suelo en el período estival, sino que permite aumentos de la producción forrajera de más de 100%, con gran incremento en el período otoño-invierno. Implementando esta medida la presencia de mayor cobertura al final del verano e inicios de otoño permitiría reducir la presencia de malezas, aumentando la productividad y persistencia de la pastura.

2.2.3. Atributos de las pasturas cultivadas

“Si bien los datos registrados por diferentes organismos de investigación, así como por los propios productores demuestran que este tipo de mejoramiento permite superar ampliamente la productividad y calidad de las pasturas naturales”, a continuación, Carámbula (1991), destaca algunas características que considera de gran importancia.

2.2.3.1. Problemas de implantación

La fase de implantación a nivel nacional y a escala del establecimiento es particularmente crítica. En años normales el 28% de las pasturas tienen problemas de implantación, mientras que en años con condiciones climáticas adversas la cifra se aproxima al 60%, habiendo pérdidas totales de la tercera parte de esta cifra (Carámbula, 1991).

Steppler, citado por Zanoniani (2014), afirma que el objetivo primario en implantación de pasturas sembradas es alcanzar un estado de desarrollo en las plantas de tal forma que éstas puedan sobrevivir períodos de estrés ambientales tempranos, lo cual se logra con una correcta fecha de siembra.

Por otra parte, Zanoniani (2010) expresa que la fecha de siembra es el factor de mayor importancia para lograr una buena producción y utilización del forraje. La importancia de este aspecto se fundamenta en la dependencia de las plantas forrajeras a los factores climáticos, como la temperatura, intensidad de luz y balance hídrico, y a la variación de los mismos según la época del año.

Durante el período de implantación influyen e interaccionan entre sí un gran número de factores, pero es de vital importancia partir desde el comienzo de la pastura con poblaciones adecuadas de plantas y un balance equilibrado entre las especies. Para alcanzar este objetivo Díaz y Moor, citados por Carámbula (1991), afirman que existen algunas variables que resultan determinantes para el proceso de esta etapa, siendo éstas la siembra en líneas y la localización del fertilizante, lo que permite no sólo un ahorro sensible de semillas y fertilizantes, sino también una mayor seguridad y eficiencia final del proceso.

2.2.3.2. Falta de equilibrio entre gramíneas y leguminosas

La mayoría de las pasturas cultivadas presentan un desequilibrio acentuado a favor de la fracción leguminosa. Este comportamiento se da desde el momento de la implantación, la cual existe mucha información coincidente que demuestra que es más fácil establecer leguminosas que gramíneas, a tal punto que se podría afirmar que el común denominador de las pasturas cultivadas es el exceso de leguminosas en los primeros años de vida (Carámbula, 1991).

Este aspecto es el que determina los rendimientos más elevados de materia seca, al segundo y tercer año de la pastura, promoviendo las producciones animales más altas en la vida de la pastura, pero esto produce elevados riesgos de meteorismo (Carámbula, 1991).

Carámbula (1991) considera que en muchas circunstancias ésta dominancia de las leguminosas sobre las gramíneas, es consecuencia de la siembra de pasturas sobre suelos cansados, pobres o degradados; en los que la sola fertilización fosfatada conjuntamente con la falta de nitrógeno, ocasionada por la demanda de cultivos antecesores y/o prácticas culturales y de conservación inadecuadas, conduce a una mala implantación de la fracción gramínea e irremediablemente al desbalance de especies.

Esta superioridad de las leguminosas antes mencionada tiene su aspecto positivo, pero constituye una problemática que conduce a pasturas de baja persistencia, dado que, una vez incrementado el nivel de nitrógeno del suelo, mediante el proceso de simbiosis, y teniendo en cuenta la vida corta de esta fracción de la mezcla; la invasión de especies mejor adaptadas, pero menos productivas culmina dominando la pastura (Carámbula, 1991).

2.2.3.3. Enmalezamiento prematuro

Las pasturas cultivadas pueden experimentar diferentes grados de enmalezamiento, siendo éstos consecuencia de los bancos de semillas y órganos perennes presentes en los suelos, aumento en la fertilidad debido al fósforo del fertilizante y el nitrógeno aportado por las leguminosas y especialmente por los

espacios libres que dejan las especies al disminuir su población en la época estival (Carámbula, 1991).

Estos espacios que aparecen específicamente durante el verano como consecuencia de la muerte de especies invernales sensibles a las sequías, constituyen los nichos ideales para las especies invasoras; quienes como se ha mencionado encuentran en ellos condiciones apropiadas para su crecimiento, constituyendo los principales focos de inestabilidad de las pasturas (Carámbula, 1991).

Albano et al. (2010) atribuyen que la menor producción de la pastura se debe en parte a la predominancia de tallo principal elongado en estado reproductivo, porte erecto, y altura mayor de la maleza respecto a la de la pastura lo cual provocó sombreado sobre las especies sembradas y por tanto competencia por luz.

Carámbula (1991) afirma que la intensidad y velocidad con que se produce el proceso de infestación, depende básicamente del tipo de mezcla forrajera en cuestión. Aquellas formadas por especies anuales experimentan mayores infestaciones, mientras que a medida que aumentan las especies perennes el enmalezamiento disminuye su frecuencia. En todos los casos resulta evidente que cuanto más largo es el período de reposo de las especies, mayores son las posibilidades de enmalezamiento.

Los problemas por enmalezamiento serán menores cuando la pastura esté integrada por especies de ciclo complementario, las que no sólo explotan el ambiente en forma más eficiente, sino que le otorgan a la misma una mayor productividad, persistencia y estabilidad frenando la invasión por parte de las malezas (Carámbula, 1991).

2.2.3.4. Evolución hacia una estacionalidad más marcada

“A medida que las pasturas avanzan en su edad presentan una estacionalidad mayor, ofreciendo picos de máxima y mínima producción cada vez más acentuados” (Carámbula, 1991).

Este comportamiento estacional se justifica por aspectos inherentes al desarrollo de las plantas que promueven sucesivamente el crecimiento de sistemas radiculares cada vez más superficiales. Por lo tanto, la productividad de las fracciones que componen la mezcla depende esencialmente del régimen de lluvias y la pastura se vuelve en forma creciente más sensible a los períodos de sequía, en especial durante la época estival. A esto se suma la disminución en la contribución de las leguminosas de crecimiento invernal como consecuencia de su gradual desaparición, llevando a la pastura a una menor producción en esta época del año (Carámbula, 1991).

Dichos eventos llevan a que las pasturas cultivadas pierdan su función primaria de cubrir los requerimientos animales durante las épocas adversas y tienden a presentar, aunque con rendimientos mayores, una distribución estacional del forraje aún más desequilibrada que las pasturas naturales; con un déficit importante en otoño, invierno y verano y un superávit muy marcado en primavera (Carámbula, 1991).

2.2.3.5. Baja persistencia y estabilidad

En Uruguay las pasturas cultivadas siguen un patrón general de corta duración, las cuales se pierden a edades tempranas. Normalmente, alcanzan su pico de producción en el segundo año, siendo en el tercero cuando empiezan a desaparecer las especies sembradas, teniendo como consecuencia la aparición de espacios libres en el tapiz los cuales son colonizados por malezas y gramilla (Carámbula, 1991).

2.2.4. Dinámica de las mezclas forrajeras

Cuando la gramínea perenne de una mezcla forrajera es reemplazada por raigrás anual, la mezcla presenta mayor precocidad en la entrega de forraje, pudiendo ser pastoreada en otoño del primer año. Pero disminuyen los rendimientos totales y los riesgos por enmalezamiento durante el verano son mayores (Carámbula, 1991).

Carámbula (1991) afirma que la alfalfa entrega la mitad de su producción en primavera, época en que normalmente las temperaturas y la disponibilidad de agua son favorables para su buen desarrollo. De lo contrario, durante el verano, donde las condiciones climáticas son menos favorables, su comportamiento se hace más variable, dependiendo en especial de la profundidad del suelo y de las reservas de agua del mismo. Durante el otoño su producción es relativamente baja, lo cual sumado al adecuado manejo que se le debe aplicar en esta estación, para favorecer su supervivencia y productividad, impiden contar con esta especie en el transcurso de la misma.

Formoso (2010) ha encontrado resultados consistentes en los que concluye que la inclusión de gramíneas perennes, entre las cuales se encuentra la festuca, en mezclas forrajeras determinan al tercer verano niveles de engramillamiento muy inferiores con respecto a las mezclas que no tienen en su composición gramíneas perenne, pero que incluyeron raigrás.

García, citado por Formoso (2010), afirma que las mezclas complejas con gramíneas perennes, en situaciones con presencia de gramilla son más productivas en general que las simples y especialmente que las formadas sin gramínea perenne en su composición, integradas solamente por leguminosas con o sin raigrás.

2.3. EFECTOS DEL PASTOREO

2.3.1. Generalidades

Una pastura bajo defoliación es un sistema dinámico, en el que el tejido foliar es continuamente producido por macollas, el cual es consumido por animales o se pierde por senescencia. Optimizar la cantidad de forraje cosechado por el animal requiere dos consideraciones: mantener una tasa de acumulación de forraje verde alta, y maximizar la eficiencia de utilización del forraje, o minimizar las pérdidas del mismo (Smethan, citado por Agustoni et al., 2008).

Ayala et al. (1996) describen el manejo del pastoreo como ciencia y arte al mismo tiempo, y éste tiene que contemplar aspectos biológicos, y fisiológicos tanto de plantas como de animales en una estrecha interacción con el medio ambiente. Formoso (1996) entiende que los objetivos son maximizar el crecimiento y utilización de forraje de alta calidad para consumo animal y mantener las plantas vigorosas, persistentes y estables en el largo plazo.

En este sentido, Cangiano (1997) sostiene que el manejo del pastoreo involucra tanto a las pasturas como a los animales y los objetivos son obtener la máxima cantidad y calidad de forraje, y a su vez mejorar la estabilidad y persistencia de la pastura favoreciendo la producción animal.

2.3.2. Parámetros que definen el pastoreo

2.3.2.1. Frecuencia

La frecuencia hace referencia al número de pastoreos o cortes, cuanto mayor es la frecuencia de utilización, menor es el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos, y por tanto será menor la producción de forraje en cada pastoreo. Si la frecuencia de utilización depende de cada especie en particular o de la composición de la pastura y de la época del año en que la pastura se encuentre, el elemento que determinará la longitud del período de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar el volumen adecuado de forraje, aspecto que será establecido en teoría por el IAF óptimo (área foliar capaz de interceptar el 95% de la luz incidente, Carámbula, 2004b).

Es de esperar que se obtengan máximos rendimientos, en pasturas que se las deja más cantidad de días para recuperarse frente aquellas donde los periodos entre cortes o pastoreos son más cortos (Langer, 1981).

En un sistema de producción el cual lleva a cabo un manejo de pastoreo rotacional, el intervalo comprendido entre dos defoliaciones sucesivas está determinado por el período de descanso o frecuencia. Si dicho período es más

corto que el tiempo de vida promedio de las hojas de las especies consideradas, la eficiencia de utilización del forraje será optimizada, pero de lo contrario, si es más largo, una proporción de tejido foliar llegará a la etapa de senescencia antes de darse la siguiente defoliación, y la eficiencia de utilización será menor. A índices de área foliar altos, no solo baja la productividad neta sino también la utilización del forraje, debido a depresiones en el consumo por la presencia de material senescente (Gastal et al., citados por Zanoniani, 2014).

2.3.2.2. Intensidad

La intensidad de cosecha es el rendimiento de cada pastoreo o corte, el mismo está dando por la altura del forraje remanente después del retiro de los animales, esto también condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total de la pastura (Carámbula, 2007a).

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

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

Soca y Chilibroste (2008) aseguran que se obtiene menor producción en los pastoreos de mayor intensidad, sin embargo la utilización del forraje producido es mayor debido a la mayor remoción de forraje verde y a las menores pérdidas por senescencia.

En el mismo sentido, Heitschmidt, citado por Zanoniani (2014), afirma que pastoreos severos favorecen la utilización del forraje ofrecido, pero provocan descensos en la producción de la pastura como consecuencia de una menor área foliar remanente fotosintéticamente activa, lo cual concluye a largo plazo en una menor cantidad de biomasa cosechada por el animal. Por el contrario, en pastoreos muy aliviados, los cuales determinan altas asignaciones por animal, si bien se hace máxima la producción de forraje esto lleva a que exista una considerable proporción de forraje utilizable por los animales que es desperdiciada.

2.3.2.3. Uniformidad

Como una subcategoría del parámetro intensidad se encuentra la uniformidad, que se puede observar de dos puntos de vista. Desde la planta vista como unidad, describe la remoción de diferentes partes de la planta, y del punto de vista de la comunidad de plantas que implica la defoliación diferencial de especies en particular (Harris, 1978).

2.3.2.4. Momento

Para un manejo eficiente de la pastura es necesario tener en cuenta la época del año y estado fisiológico de la pastura. La producción de forraje depende del aporte de macollos o tallos y el peso individual de cada uno, la importancia de cada macollo en estado vegetativo, puede variar según la especie, época del año y el estado fisiológico de las plantas en la pastura, ya que en estado reproductivo el peso de las macollas es el componente principal de la producción de forraje (Carámbula, 1977).

Zanoniani (2014) asevera que la utilización de alturas de ingreso cuando la luz comienza a ser limitante, siendo estas 15-20 cm de altura o 3 hojas vivas por macollo en gramínea y alturas de retiro cuando aún existe lámina foliar fotosintéticamente activa (5-7 cm) en pasturas mezclas, permite un incremento aproximado del 33 % en la producción de forraje y un incremento del 25 % en la persistencia de la pastura.

Se ha comprobado que el máximo consumo de forraje en vacunos bajo régimen de pastoreo se logra cuando la pastura tiene entre 10 y 15 cm de altura, y la oferta de forraje es del orden de los 2.250 a 2.500 kg MS/ha (Rovira, 2008).

En leguminosas erectas como la alfalfa la señal que emite la planta para ser pastoreada o soportar de forma exitosa un corte es el crecimiento y desarrollo de nuevos tallos que emergen desde la base de la plantas, específicamente la corona (Formoso, 2000).

2.3.3. Efectos sobre el rebrote

Cuando se somete una pastura a defoliaciones intensas, hay una remoción sustancial de las hojas, por lo que la posterior restauración del área foliar depende de las reservas. Por otro lado, una pastura pastada severamente por un largo periodo no puede depender continuamente de las reservas, por tanto estas no son repuestas debido al bajo IAF. Entre tanto, cuando una pastura es mantenida con bajo IAF algunas plantas tienen capacidad de responder modificando su estructura y pasan a producir un mayor número de macollos por planta pero de menor tamaño, teniendo las mismas hojas más chicas (Nabinger, 1998).

Las pasturas son consumidas, lo cual significa una pérdida casi total de las hojas, lo que determina una disminución instantánea de la actividad fotosintética de la planta y consecuentemente el nivel disponible de la planta. Por lo que la producción depende directamente del rebrote y los factores que lo afectan (Montossi et al., 1996). Al pastorear se reduce la capacidad fotosintética de las plantas y se interrumpe el suministro de carbohidratos (Chapman y Lemaire, 1993).

En pasturas bien manejadas, el rebrote es proporcional a la masa foliar presente y la pérdida de hojas representa simplemente una pérdida de área foliar fácilmente recuperable (Milthorpe y Davidson, citados por Carámbula, 2007b). Cuanto más alta y eficiente sea la cantidad de área foliar remanente, el período de retraso en la producción de forraje se acortará proporcionalmente (Brougham, 1956).

2.3.4. Efecto sobre la morfología

La morfología como la estructura de una planta, son modificadas por efectos del pastoreo, es así que existe una estrecha relación entre densidad de macollos y el peso de los mismos en la pastura (Hodgson, citado por García et al., 2005). En este sentido Carámbula (2004b), afirma que la población de macollos presente por metro cuadrado se ve afectada por el pastoreo. Se ha sostenido en el tiempo que el proceso de macollaje disminuye con la intensidad de pastoreo; pero cuando las condiciones ambientales son favorables, éste en general afecta poco dicho proceso (Carámbula, 2004b).

Lemaire (1997) sostiene que las plantas como respuesta a defoliaciones frecuentes y severas, desarrollan hojas con vainas más cortas, cuyas lígulas están posicionadas justo debajo del nivel de corte y cuya lámina se vuelve más horizontal, llevando al tapiz a mantener material de hoja verde por debajo del horizonte de pastoreo. Esta respuesta de la planta es totalmente reversible, cuando cesa la defoliación o cuando se vuelve menos frecuente.

Por otra parte, Escuder (1996), menciona que especies de hábito erecto y que pueden ser defoliadas casi por completo, como es el caso de la alfalfa, tienen un desarrollo menor de los mecanismos homeostáticos. Por lo tanto, si no se quiere perjudicar la pastura, es necesario retirar los animales y esperar a que recompongan su área foliar y sus reservas durante el periodo de descanso necesario.

2.3.5. Efecto sobre la composición botánica de la pastura

Cuando la composición botánica es modificada, en consecuencia cambia la distribución y la producción de forraje anual, la mayor variación dado estos cambios se dan en la distribución de forraje (Escuder, 1996).

Dependiendo de la intensidad y frecuencia con que se realiza el pastoreo, se puede modificar la composición de la mezcla, a favor de gramíneas o de leguminosas, produciendo un desequilibrio que conduce a una menor producción de materia seca, provocando una disminución en la producción de forraje en ciertas partes del año (Carámbula, 2002).

Jones, citado por Barthram et al. (1999), afirma que existen momentos críticos del año para una pastura, en los cuales darle tiempo de descanso luego de un pastoreo, así como pastorear intensamente, puede alterar la composición de especies. El tiempo de ese período crítico depende de las especies presentes en la mezcla, pero como regla general defoliaciones poco intensas en momentos de activo crecimiento de una especie, puede favorecer la predominancia de ésta en la pastura.

Por último, Carámbula (2002) sostiene que mediante el pastoreo se puede mantener el balance de gramíneas - leguminosas, controlando la disponibilidad de luz para los diferentes estratos de la misma siendo que esta depende del hábito de crecimiento, la disposición de las hojas y la arquitectura de las plantas.

2.3.6. Efecto sobre la utilización del forraje

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

La carga animal es la gran responsable de los procesos de utilización de las pasturas, en cambio el método de pastoreo que hace sentir sus efectos sobre la frecuencia de defoliación, tiene menor importancia cualitativa. A las escasas diferencias productivas encontradas al evaluar diferentes métodos debe agregarse que sus efectos en la utilización de las pasturas no están claramente demostrados (Viglizzo, 1981).

La cantidad de forraje rechazado por una utilización deficiente se incrementa al avanzar el ciclo de las pasturas, por lo que se deberá siempre aplicar las mejores técnicas de manejo, respetando en todos los casos las reglas generales de la fisiología y morfología de las plantas forrajeras para ofrecer al animal cantidades adecuadas de forraje de gran calidad y apetecibilidad, con lo que se asegurará una alta producción a través de un mayor consumo (Carámbula, 2007a).

2.3.7. Efecto sobre la calidad del forraje

La proporción de especies dentro de la mezcla es muy importante. Carámbula (2004b) sostiene que el mayor potencial nutritivo de las leguminosas

frente a las gramíneas se debería a que las primeras tienen menor concentración de pared celular, lo que desencadena una digestibilidad más rápida de la materia seca y por consiguiente un menor tiempo de retención de la ingesta que conduce a un mayor consumo.

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

Los cambios en la relación hoja/tallo, producto de los cortes frecuentes, el forraje producido contiene mayores niveles de proteína, extracto etéreo, y menores niveles de fibra cruda que los cortes menos frecuentes. Con pastoreos o cortes frecuentes se logra mantener la energía bruta de la pastura de forma constante a lo largo de la estación (Langer, 1981).

2.3.8. Efecto sobre la persistencia

Carámbula (2004b) sostiene que la vida de una pastura depende del manejo al cual se someta el primer año de vida. Con pastoreos demasiado frecuentes, no se permite a las plantas acumular reservas en órganos subterráneos, lo que provoca la muerte de las mismas cuando llegan épocas donde la humedad de los suelos es insuficiente. Además la estabilidad y persistencia de las pasturas cultivadas están relacionadas al mantenimiento experimentado en etapas tempranas de la sucesión, donde la pastura es más productiva acumulando biomasa e incrementando la fertilidad del suelo; pero a medida que avanza la edad de la pastura ésta se torna más estable y menos productiva. Dicho problema presenta características diferentes de acuerdo al tipo de suelo en cuestión, la historia previa de la chacra y el proceso de implantación de la pastura (Carámbula, 1991).

Otro dato importante es que las pasturas instaladas sobre chacras sin historia previa de agricultura tienden hacia campo natural, en aquellas chacras con historia previa de agricultura, la vegetación tiende hacia festucales o gramillares de acuerdo con la buena o mala implantación de las gramíneas perennes (Carámbula, 1991).

2.4. PRODUCCIÓN ANIMAL EN PASTOREO

En Uruguay la productividad de las pasturas (crecimiento de planta/área/tiempo) es menos de 3000 kg/ha/año de materia seca aérea, sin considerar la producción de las raíces, y en lo que a producción animal se refiere, la misma es de 70 kg/ha de peso vivo (PV) en establecimientos con base de campo natural (Boggiano, citado por Zanoniani, 2014) y de 200 kg/ha de peso vivo en base a pasturas sembradas (Zanoniani, 2010).

2.4.1. Consumo animal en pastoreo

Cangiano (1997) define el consumo como el producto entre el peso del bocado, la tasa de bocado durante el pastoreo y el tiempo de pastoreo. Siendo el peso del bocado la variable que tiene mayor efecto sobre el consumo. El peso del bocado es muy sensible a variaciones en la altura del forraje, y cuando se ve afectado por disminuciones en la altura de la pastura, la tasa de bocados y el tiempo de pastoreo tienden a aumentar para evitar una caída en el consumo diario de forraje.

El consumo de forraje en pastoreo está determinado no solamente por factores relacionados al animal sino también a la pastura, el manejo y el ambiente. Los relacionados al animal son la edad, el peso y la condición corporal, entre otros; con respecto a la pastura se pueden citar la digestibilidad, la composición química, las especies, y la cantidad y madurez del forraje. Los aspectos relacionados al manejo son la cantidad de forraje por animal y por día, la fertilización y el sistema de pastoreo; mientras que los relacionados al ambiente son temperatura, humedad, fotoperíodo, velocidad del viento, etc. (Cangiano, 1997).

Rovira (2008) coincidiendo con Cangiano (1997), describe la relación entre el consumo de materia seca y cantidad de forraje como una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo. En esta curva se puede distinguir una parte ascendente, donde la capacidad de cosecha del animal (factores no nutricionales) limita el consumo mediante una regulación a través del comportamiento ingestivo. Este comportamiento está determinado por el tiempo de pastoreo (minutos por día), la tasa de bocados (bocados por minuto) y el peso de bocados (gramos), y es afectado a través de la selección de la dieta y la estructura de la pastura. En esta parte de la curva el consumo es muy sensible a cambios en la fitomasa, oferta de forraje y altura, de manera que pequeñas variaciones en cualquiera de éstas tendrá gran efecto en la producción animal (Cangiano, 1997).

Como regla general, Rovira (2008) establece que una vez que la disponibilidad es dos veces menor al máximo consumo posible, se empieza a producir un descenso brusco en la cantidad de forraje consumido por los animales. Este fenómeno va asociado a una reducción en el tiempo de pastoreo, en la velocidad de ocurrencia de los bocados y en el tamaño de cada bocado. Además, cuando los animales son forzados a consumir forraje con altura del mismo inferior a 5 cm, el consumo disminuye entre un 10 y un 15% (Minson, citado por Rovira, 2008).

En experimentos realizados, Rovira (2008) constató que el consumo de novillos de sobreaño, disminuyó aproximadamente un 18% cuando la disponibilidad diaria de forraje bajó de 90 a 30 g de MO/kg de peso vivo. Dicho

descenso se asocia a la disminución de la altura del forraje, pasando de 7,4 a 5,4 cm y una menor digestibilidad. En vacas con cría al pie el consumo de raigrás perenne descendió cuando la disponibilidad cayó por debajo de los 34 g/MS/kg de peso vivo. En esas circunstancias, las vacas se vieron forzadas a pastorear forraje con alturas menores a 6 cm de altura.

Gómez, citado por Zanoniani (2014), concluye que la producción animal es la consecuencia de la producción de forraje, eficiencia de cosecha, calidad del alimento y eficiencia con que ese alimento es convertido en producto animal.

Según Rovira (2008), la disponibilidad de forraje es la cantidad de forraje expresada como materia seca o materia orgánica por unidad de peso vivo del animal. Es decir, gramos de MS o MO por kilogramo de peso vivo, o como porcentaje de peso vivo.

2.4.1.1. Estructura de la pastura y su efecto en el consumo

El peso y las dimensiones del bocado están determinados por la estructura de la pastura en el lugar donde el animal toma el bocado. La tasa de consumo del sitio de alimentación se ve directamente afectada por el peso del bocado, y a su vez, ésta produce modificaciones en las características de la pastura en el sitio de alimentación. Por dichos motivos es importante a la hora de planificar pastoreos, considerar la heterogeneidad de la pastura dada por la distribución vertical y horizontal de la fitomasa, ya sea dentro, como también entre los distintos sitios de alimentación (Cangiano y Galli, 1998).

En este sentido, Cangiano y Galli (1998) afirman en términos generales que en las pasturas altas y abundantes se obtendrían las mayores tasas de consumo. Para los casos de pasturas de leguminosas de tipo erecto como la alfalfa, se logran las mayores tasas de consumo cuando el animal pastorea en los horizontes superficiales con respecto a gramíneas, con niveles similares de fitomasa aérea y altura. Pero la situación es inversa cuando el pastoreo se realiza en los horizontes inferiores, los cuales se encuentran más cercanos al suelo, explicado esto por el efecto sobre las dimensiones y peso del bocado.

Los forrajes más fibrosos requieren mayor tiempo de masticación por unidad de peso (De Boever et al., citados por Cangiano y Galli, 1998) y por lo tanto se puede esperar que la proporción de hoja, lámina, material muerto y también la madurez de los tejidos tengan influencia en el tiempo de masticación, ya que estos determinan la calidad del bocado (Cangiano y Galli, 1998).

Cangiano (1997) afirma que existe variación en la relación consumo o ganancia de peso con la oferta de forraje. En este caso la fitomasa disponible 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 ende, sobre el peso de bocado y el consumo diario.

Castle y Watkins, citados por Rovira (2008), afirman que en términos generales, cuando el forraje es escaso, el tiempo de pastoreo se alarga, y el número de bocados aumenta pero el consumo por hora de pastoreo disminuye. Es común en pastoreos rotativos observar que cuando entra ganado a pastorear en una nueva parcela, en ese primer día, el tiempo de pastoreo se encuentre en torno a las 7,7 horas, pero ya en el segundo día el mismo asciende a las 9,4 horas.

Según Rovira (2008), la intensidad de pastoreo es la cantidad de bocados por minuto, que conjuntamente con el tamaño de bocado (gramos de materia seca por bocado) y el tiempo de pastoreo determinan el consumo de forraje de un animal (kg de MS/día).

2.4.1.2. Selección de la dieta y su efecto en el consumo

Hodgson, citado por Zanoniani (2014), también considera que el consumo y la selectividad animal en condiciones bajo pastoreo tienen una importancia fundamental en la determinación de la productividad y la eficiencia global de los sistemas pastoriles.

Al pastorear, los animales pueden seleccionar una dieta de mayor digestibilidad que la que tiene en promedio la pastura que se les ofrece. Por ejemplo, la pastura que se va a pastorear, cortando una muestra a ras del suelo, presenta una digestibilidad de 58%, pero lo consumido por el animal da 62% y el remanente o rechazo, 29%. Por esta razón es de suma importancia determinar el porcentaje de forraje verde y seco en las muestras. De los dos factores, cantidad de forraje/hectárea y digestibilidad, éste último es el que tiene mayor influencia sobre el nivel de consumo (Rovira, 2008).

La capacidad del rumen es limitada, y la velocidad con que entra materia orgánica al rumen no puede exceder la velocidad de salida del mismo. Los forrajes fibrosos, groseros y por lo tanto de baja digestibilidad, tienen como consecuencia la disminución del consumo por mayor permanencia dentro del rumen. Esta es la razón por la cual, a mayor calidad de forraje (mayor digestibilidad) hay mayor consumo (Rovira, 2008).

2.4.2. Carga animal

Los resultados de experiencias llevadas a cabo por diferentes autores han demostrado que la asignación a la pastura de un adecuado número de animales es el factor principal o de mayor peso relativo en la producción animal (Wheeler, Escuder et al., citados por Cangiano, 1997).

En este sentido, el manejo de la carga animal queda definido como la variable a considerar en la interacción dada entre la pastura y el animal. La oferta de forraje es una herramienta que permite regular dicha carga para obtener una adecuada productividad animal y una buena persistencia productiva de la pastura (Zanoniani, 2014).

Cangiano (1997) define la carga óptima como *“la que maximiza la cosecha de energía y la eficiencia de conversión del forraje producido por una pastura dada, en forma sustentable en el tiempo”*.

Una baja producción de carne puede ser consecuencia de una baja calidad o cantidad de forraje consumido debido a un elevado número de animales por unidad de superficie; pero también puede darse en condiciones de forraje abundante y alta calidad, pero en este caso siendo pastoreado por una baja carga animal (Elizalde, citado por Zanoniani, 2014).

Hodgson, citado por Rovira (2008), define la presión de pastoreo como la cantidad de animales por unidad de forraje disponible en un momento determinado de tiempo; por lo tanto, es una expresión de relación entre los animales pastoreando y el forraje ofrecido.

2.4.2.1. Carga animal y su relación con la oferta de forraje

Varios experimentos realizados en esta materia concluyen que resulta fundamental el adecuado manejo de ofertas de forraje por animal para lograr buenas producciones de forraje. Agustoni et al., citados por Zanoniani (2014), en referencia a una mezcla perenne de segundo año mencionan que a bajas asignaciones (2 % peso vivo (P.V.)) se logran buenas producciones de carne por hectárea. Pero esta práctica no es recomendada ya que en el mediano plazo es contraproducente para la pastura, porque si bien se obtienen altos porcentajes de utilización de forraje, se afectan los componentes de la mezcla sembrada, aumentando la proporción de malezas y de suelo descubierto, perjudicando a futuro la producción de la misma.

Por el contrario, a altas asignaciones (9,5% P.V.) la producción animal que se obtiene es similar al caso anterior, pero implica la remoción del estrato alto de la pastura, impidiendo así el pasaje de luz a los estratos inferiores, lo cual afecta directamente a las especies que componen la misma y por ende la producción futura de ésta. Por lo tanto, se podría concluir que ninguno de los dos extremos es aconsejable, sino que se debe encontrar el punto de equilibrio que permita obtener buenas producciones de carne y también de forraje que puedan ser sostenidas en el tiempo (Zanoniani, 2014).

Sumado a esto en ensayos realizados, Zanoniani (2014) encontró que la producción invierno primaveral de PV/ha fue mínima en el tratamiento de 2 % de

asignación de forraje, quedando en evidencia el efecto negativo de las altas intensidades de pastoreo en los dos años de vida de la pastura, determinando una mayor sustitución de especies sembradas por malezas y suelo descubierto que tuvo como consecuencia menor ganancia individual y también por hectárea.

La ganancia individual fue máxima en 9,5 % como resultado de un buen estado de la pastura y una buena capacidad de seleccionar forraje de mejor calidad por parte del animal, sin embargo, la baja carga animal concluyó también en una menor producción por unidad de superficie. Finalmente, la ganancia máxima por superficie se logró con asignaciones de forraje cercanas al 6 % del peso vivo, que combinó una adecuada ganancia individual (1,5 kg/animal/día), con una carga por superficie y producción de 600 kg PV/ha, valor promedio para los 3 años de vida de esta pastura.

Cangiano (1997) considera una relación negativa existente entre el porcentaje de utilización en pastoreo rotativo y el consumo por animal. Destacando que, así como es deseable que la eficiencia de utilización sea alta, esto no debe tener implicancias en el consumo por animal, siendo éste tan bajo que afecte de gran forma las ganancias individuales.

2.4.2.2. Variación de la carga y los efectos productivos

De León, citado por Fontes y Umpiérrez (2015), afirma que la clave para maximizar la eficiencia en la producción y utilización de las pasturas la tiene la persona encargada de decidir aspectos muy relevantes en la producción como son: los momentos de pastoreo de cada lote, la dotación animal, el tiempo de utilización, ingreso y salida de los animales, el sistema de pastoreo, entre otros. Dentro de una línea de producción donde se tengan objetivos y criterios claros, el resultado productivo será óptimo.

Como consecuencia a la disminución en la cantidad de forraje que cada individuo experimenta al aumentar la carga, es la disminución de la ganancia de peso vivo por animal en el transcurso del tiempo. Esta disminución es compensada por el incremento que se da en la producción por unidad de superficie. Pero a medida que la carga continúa en aumento, la disminución en las ganancias individuales es de tal magnitud que comienza a limitar la producción por hectárea (Mott, Heitschmidt y Taylor, citados por Cangiano, 1997).

De acuerdo con los autores citados en el párrafo anterior, Rovira (2008) afirma que es posible incrementar el consumo individual disminuyendo la dotación, pero esta práctica trae aparejado un descenso en la producción por hectárea. En el otro extremo, sitúa la máxima utilización del forraje por unidad de área, la cual se puede lograr a través de una mayor dotación, pero el consumo animal se verá

seriamente disminuido de tal forma que puede no llegar a abastecer los requerimientos de mantenimiento, produciéndose severas pérdidas de peso.

En este sentido, Cangiano (1997), afirma que con cargas bajas el efecto de variar la fitomasa disponible es relativamente pequeño, ya que ello sólo representa una pequeña variación en la calidad del forraje consumido por animales sin restricciones. De lo contrario, con cargas altas, las diferencias se tornan relevantes reflejando variaciones importantes en la calidad y cantidad del forraje disponible. El efecto de la carga se explica más por una disminución del consumo individual de los animales, que por el efecto depresor que éstos puedan tener sobre el crecimiento de la pastura y sobre el valor nutritivo de la dieta.

Arenares et al., citados por Gallo et al. (2015), obtuvieron durante el período de otoño - invierno – primavera, en una pradera mezcla de segundo año ganancias medias diarias de 1 kg/animal/día, con una asignación de forraje de 5,5% y con producciones de carne de aproximadamente 547 kg/ha de PV, estando compuesta la misma de dactylis y alfalfa. Por otra parte, en una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, obtuvieron ganancias medias diarias de 1,2 kg/animal/día, con una asignación de forraje de 6,8 kg/MS/100 kg PV y una producción de 685 kg de carne/ha para dicho período.

Fogolino y Fernández, citados por Gallo et al. (2015), en trabajos realizados con novillos Holando sobre una pradera perenne de primer año, obtuvieron ganancias del orden de 2,1 kg/animal/día, pastoreando con ofertas de forraje del orden de 5,6% del peso vivo. La producción animal en este trabajo fue de 410 kg/ha.

Almada et al., citados por Gallo et al. (2015), constataron ganancias medias diarias de 1; 1,5; 1,7 y 1,7 kg/animal/día con ofertas de forraje de 2,0; 4,5; 7,0; y 9,5 % del peso vivo respectivamente. Dicho experimento se llevó a cabo con novillos Holando, pastoreando una pradera de primer año compuesta por *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Llegando a obtener producciones por hectárea de 1100, 900, 700 y 500 kg de peso vivo animal respectivamente.

Scheneiter y Améndola (2009), en experimentos realizados sobre praderas mezcla de alfalfa y festuca obtuvieron resultados en ganancias diarias de peso vivo que variaron entre 1,080 y 0,260 kg/día, correspondientes a los meses de septiembre y mayo respectivamente. En este caso se utilizó una asignación de forraje en el entorno de 3,5% del peso vivo y la producción de carne fue de 484, 968, 839 y 696 kg carne/ha/año, para los diferentes períodos que abarca dicho experimento llevado a cabo durante varios años.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERÍSTICAS EXPERIMENTALES

3.1.1. Lugar y período experimental

El experimento fue realizado en el departamento de Paysandú, en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de la República. Se usaron los potreros No.32b latitud 32°22'29.45"S y longitud 58°3'36.27"O, y 35 latitud 32°22'25.63"S y longitud 58°3'46.03"O. El período de evaluación, trabajo de campo y laboratorio fue del 18 de junio hasta el 18 de diciembre de 2018.

3.1.2. Información meteorológica

La temperatura media anual sobre Uruguay es de unos 17,7 °C, variando desde unos 19,8 °C en la zona Noroeste (Bella Unión), hasta unos 16,6°C en la costa Sur del país. Las temperaturas medias más altas se presentan en los meses de enero y febrero, y las más bajas en junio y julio de acuerdo a la región (Castaño et al., 2011).

En el mes más cálido (enero), el promedio de las temperaturas registradas en el país es de 24 °C para las medias, 29,6 °C para las máximas y 18,5 °C para las mínimas. Mientras que durante el mes más frío (julio) el promedio de las temperaturas registradas se sitúa en 11,6 °C para las medias, 15,8 °C para las máximas y 7,3 °C para las mínimas (Castaño et al., 2011).

Los valores medios de precipitación acumulada anual sobre el país se sitúan entre los 1200 y 1600 milímetros (mm), con los menores valores situados al Suroeste (departamento de Colonia) y los máximos al Noreste (departamentos de Rivera y Artigas). El gradiente es incremental de Suroeste al Noreste. Considerando los valores acumulados de las lluvias a través del año, no existe una estación seca y lluviosa bien definida, registrándose acumulados medios mensuales entre 60 mm/mes (litoral Oeste en invierno) y 140 mm/mes (Noroeste en abril y octubre). Los valores mensuales registrados de precipitación en un año particular, se pueden apartar considerablemente de los promedios dada la gran variabilidad interanual (Castaño et al., 2011).

3.1.3. Descripción del sitio experimental

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

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

3.1.4. Antecedentes del área experimental

La pastura compuesta por *Festuca arundinacea* y *Medicago sativa* fue sembrada el 14 de mayo de 2017, con una densidad de 15 kg/ha de festuca y 12 kg/ha de alfalfa. La pastura fue implantada sobre un rastrojo de moha (*Setaria itálica*). En la misma fecha se sembró la pastura compuesta por *Lolium perenne* y *Trifolium pratense*, la densidad de siembra fue de 18 kg/ha y 6 kg/ha respectivamente para raigrás y trébol rojo.

Antes de la siembra se aplicaron cuatro litros de glifosato por hectárea, a la siembra se fertilizó con 150 kg/ha de 7:40:40:0 + 5s. Las gramíneas se sembraron en línea y las leguminosas al voleo. Luego se hicieron fertilizaciones con urea en junio y agosto a razón de 70 kg/ha.

3.1.5. Tratamientos

El experimento tiene cuatro tratamientos, resultantes de la combinación de dos mezclas forrajeras con dos cargas animales distintas, es decir que cada mezcla tiene carga baja y alta.

Las mezclas forrajeras utilizadas fueron *Festuca arundinacea* (cv. Typhoon) con *Medicago sativa* (cv. Chaná) y *Lolium perenne* (cv. Horizon) con *Trifolium pratense* (cv. E 116).

El tratamiento uno (T1) está formado por mezcla raigrás y trébol rojo con carga baja, el tratamiento 2 (T2), igual mezcla pero con carga alta, el tratamiento tres (T3) está formado por mezcla festuca y alfalfa con baja carga, y el tratamiento 4 (T4) igual al anterior pero con carga alta.

Los animales utilizados fueron novillos de raza Holando con un peso promedio de 350 Kilogramos, todos identificados de manera que cada animal se mantenga en el mismo tratamiento en los pastoreos sucesivos y además de llevar el control de peso vivo.

La carga animal en el periodo de evaluación fue variable dependiendo de la oferta de forraje, pero manteniendo la consigna de cada tratamiento, carga alta o baja. Sobre la mezcla de raigrás y trébol rojo se usó para carga baja 3 novillos por parcela y 4 novillos por parcela para la carga alta, resultando de una carga de 2,11 y 2,58 UG/ha en promedio respectivamente. Para la mezcla de festuca y alfalfa con carga baja se usaron 4 novillos por parcela y para alta carga 5 novillos por parcela, resultado de una carga de 2,99 y 3,54 UG/ha respectivamente.

3.1.6. Diseño experimental

El diseño experimental fue en bloques completos al azar (DBCA), los bloques fueron cuatro, diseñados por topografía, en ellos se dispusieron al azar los cuatro tratamientos en parcelas de similares dimensiones, en promedio estas de 0.5 ha. El resultado fue de dieciséis unidades experimentales abarcando aproximadamente ocho hectáreas.



Figura No. 1. Potreros 32b y 35 de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni

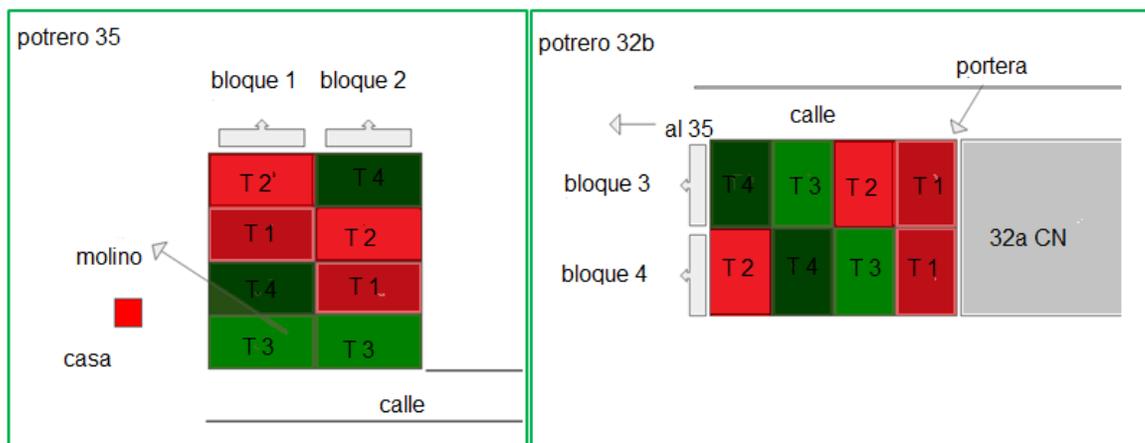


Figura No. 2. Croquis del experimento con sus bloques, unidades experimentales y tratamientos asignados al azar

3.2. METODOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

Las variables estudiadas en el experimento son la producción de materia seca de las dos mezclas, la composición botánica y la producción de carne. Las variables medidas en la etapa de campo: son altura de la pastura, y composición botánica de gramíneas, leguminosas, malezas, y restos secos presentes en la biomasa. Como un análisis aparte la proporción de suelo desnudo y suelo cubierto en el área de cada muestreo. Así mismo se registraron los pesos de los novillos previamente identificados, se pesaron al inicio, en primavera y al final del experimento, con esto se calculó la ganancia media diaria, oferta de forraje y la producción de peso vivo por hectárea.

3.2.1. Descripción de las variables y métodos utilizados

3.2.1.1. Disponible y remanente de materia seca

Por disponible se entiende que es la cantidad de materia seca que está a disposición de los animales, se conforma por la cantidad de materia seca a la entrada de los animales a la pastura, más su crecimiento durante el periodo de ocupación por estos.

La variable materia seca presente se midió mediante el método de Haydock y Shaw (1975). Se realiza la elección de cinco puntos de escala de disponibilidad de materia seca, con tres repeticiones cada una. A partir del corte a nivel del suelo de la materia seca presente en estos puntos de escala de disponibilidad, se construyen gráficas que relacionan biomasa con escala y altura.

Las muestras se tomaron en cada parcela, cuando los animales ingresan o egresan de estas. Se utilizó un rectángulo de 0,1 metro cuadrado para delimitar el área de muestreo, se mide con una regla la altura (Barthram, 1986), al centro y se registra la composición botánica de la muestra.

Los cortes de forraje por escala se hicieron para cada estación, para el disponible se cortó el 18 de junio y el 26 de junio como referencia para el invierno, y el 14 de setiembre para primavera. Para el remanente se realizó un corte para cada estación, el 18 de junio y el 14 de setiembre para invierno y primavera respectivamente.

Luego de obtener todos los pesos secos de cada escala, se construyeron los gráficos correlacionando altura con materia seca, donde se obtuvo para cada análisis un modelo de regresión lineal $Y = a + b(x)$, donde la variable dependiente Y (materia seca), es determinada por la x que es la altura promedio de la parcela. Cabe aclarar que para el caso del disponible se le sumó el crecimiento de la pastura durante el tiempo de ocupación, que no es más que la tasa de crecimiento

por día de la pastura para la estación correspondiente multiplicado por lo días de pastoreo (Campbell, 1966).

3.2.1.2. Altura del forraje

Para cada medición de la altura en cada muestreo se utilizó una regla graduada en centímetros, tomando la medida al centro del rectángulo y registrando la altura máxima del forraje verde, se tomaron cuarenta medidas por parcela, en el punto más alto de la pastura (hoja) que tocara la regla (Barthram, 1986). Para el disponible se midió antes del ingreso de los animales y para el remanente una vez que estos dejaron la parcela. En caso del disponible si la medición se hacía el mismo día de ocupación se tenía en cuenta no medir el forraje que ya había sido consumido “forraje despuntado”.

3.2.1.3. Composición botánica

La composición botánica está formada por el promedio de los cuarenta cuadros analizados dentro de cada tratamiento, distribuidos en una trayectoria en zigzag, ya sea cuando los animales entran o salen de la parcela. La composición botánica se realizó mediante apreciaciones visuales dentro del rectángulo de 0,5x 0,2 m determinando porcentualmente la cantidad de biomasa gramínea, leguminosa, malezas y restos secos (Brown, 1954).

3.2.1.4. Suelo desnudo

Conjuntamente con el muestreo de composición botánica, se determinó en términos porcentuales la superficie de suelo descubierto.

3.2.1.5. Forraje desaparecido

El forraje desaparecido se calculó mediante la diferencia entre el forraje disponible ajustado por los días de pastoreo menos la cantidad de forraje remanente luego del mismo, considerando la tasa de crecimiento en el tiempo de ocupación (Campbell, 1966).

3.2.1.6. Producción de forraje

La producción de forraje es la diferencia de materia seca entre el disponible y el remanente del pastoreo anterior ajustado por los días de pastoreo (Campbell, 1966).

3.2.1.7. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento (kg/ha/día de MS) promedio no es más que la producción de forraje entre dos pastoreos sucesivos dividido el número de días entre el pastoreo o los días que tuvo la pastura de crecimiento.

3.2.1.8. Utilización de la pastura

Hace referencia a la cantidad de materia seca que desaparece en relación al disponible corregido por su crecimiento durante los días que dura el pastoreo, la utilización es medida en porcentaje.

3.2.1.9. Peso de los animales

Al comienzo del experimento todos los animales identificados fueron pesados con una balanza electrónica. Durante el experimento estos se pesaron a mediados de primavera y al final, para así poder calcular las ganancias de los animales en kilogramos de peso vivo.

3.2.1.10. Oferta de forraje

Es la materia seca disponible en relación al peso vivo de los animales, se calcula la cantidad de materia seca disponible diaria cada 100 kilogramos de peso vivo.

3.2.1.11. Ganancia media diaria

Es lo que ganan en promedio por día los animales, del peso final promedio para un período, menos el inicial promedio se lo divide entre los días del período.

3.2.1.12. Producción de peso vivo

Es la cantidad en kilogramos de peso vivo que se produce en una superficie de dimensiones conocidas, en este caso se toman los kilogramos totales producidos por tratamiento (peso final – peso inicial) y se los divide entre la superficie del tratamiento correspondiente, obteniendo así los kilogramos de peso vivo por hectárea.

3.3. HIPÓTESIS

3.3.1. Hipótesis biológica

- Existe al menos un tratamiento donde la ganancia de peso es distinta.
- Existen diferencias en la producción y utilización de la pastura.
- Existen diferencias en la composición botánica por el efecto tratamiento.

3.3.2. Hipótesis estadísticas

- $H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4.$
- $H_a: \text{al menos una } \tau \neq 0.$

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de la información se realizó en el programa estadístico INFOSTAT, el cual hace el análisis de la varianza (ANAVA) para un diseño de bloques completos al azar (DBCA), si hay diferencias significativas p-valor $> 0 = a$ 0.10, se hizo un test de Tukey al 10 % de significancia para determinar la mínima diferencia significativa entre los tratamientos.

3.4.1. Modelo estadístico

3.4.1.1. Modelo estadístico para variables aplicables a la pastura

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij(a)} + E_k + (E * \tau)_{IK} + \varepsilon_{ijK(b)}.$$

- $I=1; 2; 3; 4$ tratamientos.
- $J= 1; 2; 3; 4$ bloques.
- Y_{ij} = valor del i-ésimo tratamiento y el j.ésimo bloque.
- μ = es la media poblacional.
- τ = al valor del i-ésimo tratamiento.
- B = al valor del j-ésimo bloque.
- ε_i = al error experimental entre unidades experimentales.
- E_k = efecto de la estación.
- $(E * \tau)_{IK}$ = efecto de la interacción entre la estación y los tratamientos.
- $\varepsilon_{ijK(b)}$ = error experimental de los tratamientos, los bloques y las estaciones.

3.4.1.1. Modelo estadístico para variables aplicables a los animales

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 PV_{ij} + \tau_i + \varepsilon_{ij}.$$

- Y_{ij} = variable aleatoria de interés.
- β_0 = es la media poblacional.
- $\beta_1 PV_{ij}$ = es la co-variable.
- τ_i = al valor del i-ésimo tratamiento.
- ε_{ij} = al error experimental entre unidades experimentales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

En la figura No. 3, se pueden observar los valores de temperaturas medias y precipitaciones registradas en el año experimental y la serie histórica para estas variables.

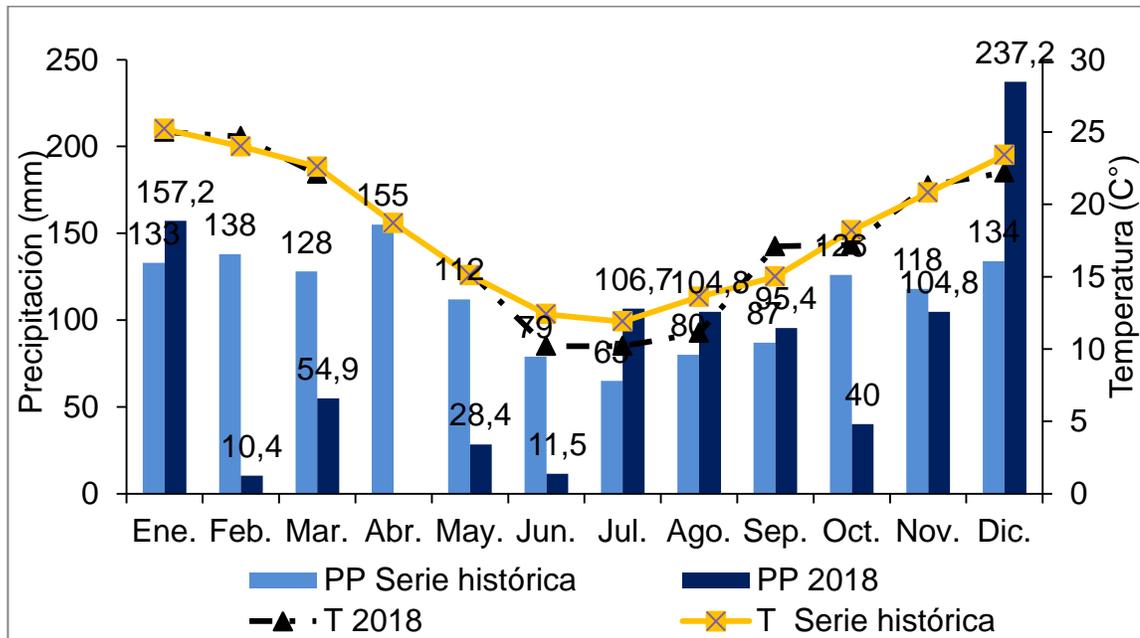


Figura No. 3. Caracterización climática en el año experimental y serie histórica para las mismas variables

En cuanto a las precipitaciones tomando los meses de junio, julio, y agosto como invierno, el invierno bajo estudio llovió lo mismo en comparación a la serie histórica, lo que sí es diferente es la distribución de estas lluvias, en junio del año bajo estudio llovió muy poco, pero en los meses siguientes compensó lloviendo más que el promedio histórico. En la primavera (septiembre, octubre y noviembre) se puede ver que fue con menores lluvias en comparación al promedio histórico, llovieron 91 milímetros menos, la diferencia mayor se da en octubre siendo bastante cercanos los valores de septiembre y noviembre para el año bajo estudio y el promedio histórico.

Siguiendo el análisis con la temperatura se puede observar que en la primavera las dos curvas son semejantes, sólo septiembre en el año bajo estudio la temperatura media fue dos grados superiores a la media histórica. Sin embargo,

el invierno del año bajo ensayo fue más frío, dos grados por debajo del promedio histórico en los tres meses.

Descritas las variables climáticas se puede decir que el año 2018 fue un año con menor cantidad de agua acumulada en el perfil del suelo, dado que además el otoño fue muy inferior al promedio histórico y con un invierno poco más frío de lo normal.

4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE

La producción de forraje se analiza por composición de la pastura, y además por su dotación, como se mencionó en el capítulo tres, las pasturas son de segundo año de vida, por lo que ya traen los efectos de pastoreo acarreados del año anterior.

4.2.1. Forraje disponible

Además de poder analizar la producción total de forraje para el período bajo estudio, producción invierno-primaveral se analizará la producción por estación.

Con el motivo de ajustar de ajustar el análisis con la época del año, a cada pastoreo se le llamó, invernal, invernal primaveral y primaveral. El primero fue del 18 de junio al 6 de agosto, el segundo del 6 de agosto al 2 de octubre y el tercero de la fecha antes mencionada hasta el 18 de diciembre. Cabe mencionar que un pastoreo esta dado como el pasaje de los animales por los cuatros bloques, es decir cuando se completa la vuelta.

4.2.1.1. Forraje disponible invernal

Como se puede observar en el cuadro No. 6, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en términos de forraje disponible. En valores de producción la disponibilidad de materia seca fue mayor por parte de la mezcla de festuca con alfalfa sobre la mezcla de raigrás y trébol rojo a pesar de ser estas dos últimas, especies con ciclo de producción invernal, estas diferencias son minimas y pueden considerarse dentro del error experimental.

Cuadro No. 6. Forraje disponible invernal según tratamiento

Tratamiento	Disponibilidad promedio (kg/ha MS)
alfalfa - festuca CB	1977 A
alfalfa - festuca CA	1903 A
t. rojo-raigrás CA	1854 A
t. rojo-raigrás CB	1703 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

La diferencia a favor de la mezcla con festuca y alfalfa podría deberse principalmente por el aporte de la fracción gramínea de la mezcla. La festuca tiene un ciclo de producción invernal, buena precocidad otoñal y rápido rebrote a fines de invierno. Además, se mantiene verde todo el año siempre que disponga de suficiente humedad, no obstante, se debe destacar que su sistema radicular fibroso, profundo le permite obtener agua de los horizontes profundos (Carámbula, 2010a). Aunque además la fracción leguminosa hace su aporte a este disponible, Rebuffo (2000) informa que cultivares sin reposo invernal pueden producir entre 16 a 20 % de su producción total para su segundo año de vida.

4.2.1.2. Forraje disponible invernal primaveral

Para este período compartido entre el final del invierno y comienzo de la primavera, el cuadro No. 7, muestra que los tratamientos son estadísticamente iguales, comparado al período anterior hay una pequeña superioridad en forraje disponible, pero se mantiene la tendencia de superioridad de una mezcla sobre la otra.

Cuadro No. 7. Forraje disponible invernal primaveral según tratamiento

Tratamiento	Disponibilidad promedio (kg/ha MS)
alfalfa - festuca CB	2129 A
alfalfa - festuca CA	2098 A
t. rojo-raigrás CB	1951 A
t. rojo-raigrás CA	1926 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

4.2.1.3. Forraje disponible primaveral

La disponibilidad promedio de forraje en esta estación fue superior al invierno y al período comprendido entre el fin y comienzo de estas estaciones. Solo un tratamiento estuvo por debajo y seguramente se deba a algunas parcelas asignadas a este tratamiento donde se pudo observar la baja presencia de plantas, sobre todo de la fracción leguminosa.

Entre los tratamientos no hubo diferencias estadísticamente significativas, posiblemente explicado el alto coeficiente de variación dado por el modelo estadístico para esta variable, ya que como bien lo muestra el cuadro No. 8 entre el tratamiento de punta y cola hay aproximadamente una tonelada de materia seca promedio disponible para los animales.

Cuadro No. 8. Forraje disponible primaveral según tratamiento

Tratamiento	Disponibilidad promedio (kg/ha MS)
alfalfa - festuca CB	2743 A
t. rojo-raigrás CB	2336 A
alfalfa - festuca CA	2299 A
t. rojo-raigrás CA	1790 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

Otro aspecto importante de los tratamientos, es la diferencia en términos de forraje disponible cuando partiendo de la misma mezcla, el tratamiento con menor carga animal fue superior. Esta diferencia para ambas mezclas forrajeras fue de aproximadamente 500 kilogramos más de materia seca por hectárea. Esto podría estar explicado por la mayor cantidad de forraje remanente luego del término de una sesión de pastoreo por parte de los tratamientos con menor carga animal, a igual tiempo de cierre e igual tasa de crecimiento, habría más forraje disponible.

En cuanto a la alfalfa entrega gran parte de su producción en primavera, época en que normalmente las temperaturas y la disponibilidad de agua favorecen a su buen crecimiento (Carámbula, 2010a).

4.2.1.4. Forraje disponible promedio en todo el período experimental

Según se puede apreciar en el cuadro No. 9, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos para producción de materia seca, estadísticamente la producción es igual independientemente de la mezcla forrajera y la carga animal, de todas maneras en términos absolutos la mezcla de alfalfa y festuca superó a la mezcla de trébol rojo y raigrás en promedio y para todo el período experimental.

Cuadro No. 9. Disponibilidad promedio para todo el período experimental

Tratamiento	Disponibilidad promedio (kg/ha MS)
alfalfa - festuca CB	2283 A
alfalfa - festuca CA	2100 A
t. rojo- raigrás CA	1998 A
t. rojo- raigrás CB	1856 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

La no existencia de diferencias significativas entre los tratamientos se puede deber a como están conformadas las mezclas, su distribución en la entrega de forraje y el período de evaluación.

Como se mencionó antes, la producción de la festuca es importante en invierno y más aún en primavera la producción de la alfalfa, esto hace que exista una buena complementariedad por parte de las especies.

La inclusión de una gramínea perenne en mezcla con alfalfa posiblemente no aumente la producción total de forraje, pero es una muy buena alternativa para agrandar la curva de oferta de forraje en comparación al cultivo puro de alfalfa (Kloster et al., 2003).

Por otro lado, el raigrás con una buena producción invernal, y también primaveral si se mantiene la pastura recargada a los efectos de impedir que las plantas florezcan (Carámbula, 2010a). El trébol rojo con una buena producción en invierno y primavera, en esta última puede entregar hasta el 48 % del forraje en su segundo año de vida (Zanoniani, 2017b).

4.2.1.5. Evolución del forraje disponible

En la figura No. 4, se puede ver la evolución del disponible promedio, donde se puede apreciar que en el invierno la curva de oferta fue similar, y es en primavera sobre todo al inicio donde hay una diferencia a favor de la mezcla de alfalfa con festuca, esto puede estar explicado por el aumento en la tasa de crecimiento, sobre todo de la alfalfa dado por las condiciones climáticas propicias para su rebrote. Según Rebuffo (2000), la variedad Estanzuela Chaná tiene una alta producción primaveral y estos se corresponden con cortes de alto rendimiento, desde inicio de setiembre a fines de diciembre.

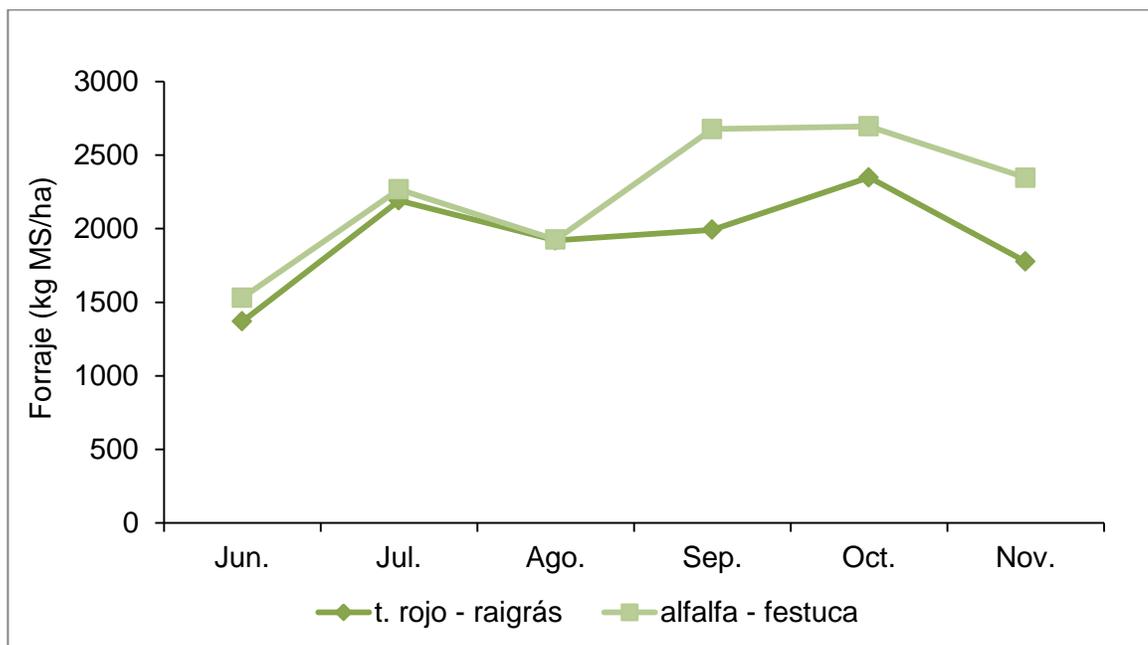


Figura No. 4. Evolución del disponible promedio para las dos mezclas

4.2.1.6. Altura promedio del forraje disponible invernal

En el cuadro No. 10, se puede ver que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos para la variable altura, se puede ver la similitud entre los tratamientos de igual mezcla forrajera explicada por el hábito de crecimiento de las especies que componen ambas.

Cuadro No. 10. Altura promedio del forraje disponible invernal

Tratamiento	Altura (cm)
alfalfa - festuca CB	19 A
alfalfa - festuca CA	18 A
t. rojo - raigrás CA	15 A
t. rojo - raigrás CB	14 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

En cuanto a la altura de entrada a pastorear, según Zanoniani et al. (2006) para la mezcla de trébol rojo y raigrás, informan que es correcta la entrada a la pastura entre 15 y 20 centímetros, así mismo Zanoniani (2017b) informaba que en invierno la entrada a pastoreo apropiada de trébol rojo estaría entre los 15 y 18 centímetros, y que para gramíneas perennes como la festuca y el raigrás perenne el ingreso es correcto a los 15 centímetros de altura. Por lo que estos resultados estarían dentro del manejo que proponen los mencionados autores. En el caso de

la alfalfa, Rebuffo (2000), propone que la entrada correcta a pastorear es cuando la planta tiene un 10 % de floración o una altura de 30 a 35 centímetros. En esta estación dado la baja tasa de crecimiento de esta especie lo correcto es tomar el criterio de entrada por rebrote de yemas basales o altura apropiada de la gramínea perenne.

4.2.1.7. Altura promedio del forraje disponible invernal-primaveral

Para este período las alturas de los tratamientos fueron estadísticamente iguales, de todos modos se mantiene la tendencia según mezcla forrajera, y comparado al período anterior, seguramente las alturas son mayores debido al aumento en las tasas de crecimiento de las especies.

Cuadro No. 11. Altura promedio del forraje disponible invernal-primaveral

Tratamiento	Altura (cm)
alfalfa - festuca CB	23 A
alfalfa - festuca CA	22 A
t. rojo - raigrás CB	19 A
t. rojo - raigrás CA	18 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

4.2.1.8. Altura promedio del forraje disponible primaveral

En este período netamente primaveral las alturas son mayores que en los períodos anteriores, pero tampoco distintos estadísticamente. Esto concuerda con los mayores disponibles registrados para el mismo momento, ya que esta variable está directamente relacionada a la cantidad de materia seca disponible.

Cuadro No. 12. Altura promedio del forraje disponible primaveral

Tratamiento	Altura (cm)
alfalfa - festuca CB	34 A
alfalfa - festuca CA	30 A
t. rojo - raigrás CB	25 A
t. rojo - raigrás CA	22 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

Según la información ya citada, la altura de entrada a pastorear de las mezclas de alfalfa y festuca entrarían dentro de las apropiadas, además también Zanoniani (2017b) afirma que la altura de entrada a pastoreo para el trébol rojo en primavera es de 20 a 24 centímetros de altura, por lo que estos resultados presentados se ajustan a la información citada.

4.2.1.9. Altura promedio del forraje disponible en todo el período experimental

En promedio en todo el período experimental las alturas no tuvieron diferencias significativas, según mezcla en valores absolutos tienen una diferencia marcada.

Cuadro No. 13. Altura promedio del disponible para los tratamientos

Tratamiento	Altura (cm)
alfalfa - festuca CB	25 A
alfalfa - festuca CA	23 A
t. rojo - raigrás CB	19 A
t. rojo - raigrás CA	18 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

4.2.2. Forraje remanente

4.2.2.1. Forraje remanente promedio invernol

En el cuadro No. 14, se presentan los resultados para el forraje remanente según tratamiento, entre estos no hubo diferencias estadísticas significativas, los valores de remanente en términos de kilogramos de materia seca por hectárea fueron mayores en aquellos con menor carga animal.

Cuadro No. 14. Forraje remanente promedio invernol

Tratamiento	Remanente (kg/ha MS)
t. rojo - raigrás CB	576 A
alfalfa - festuca CB	543 A
t. rojo - raigrás CA	404 A
alfalfa - festuca CA	363 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

4.2.2.2. Forraje remanente promedio invernol-primaveral

En este período como lo muestra el cuadro No. 15, tampoco hubo diferencias significativas, se mantiene la tendencia de que los tratamientos con menor carga animal presentaron mayor cantidad de materia seca luego de la sesión de pastoreo, además todos los tratamientos presentaron mayor cantidad de forraje remanente respecto al período anterior, esto podría estar explicado por el aumento en la tasa de crecimiento de las especies.

Cuadro No. 15. Forraje remanente promedio invernal-primaveral

Tratamiento	Remanente (kg/ha MS)
alfalfa - festuca CB	763 A
t. rojo - raigrás CB	683 A
t. rojo - raigrás CA	682 A
alfalfa - festuca CA	411 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

4.2.2.3. Forraje remanente promedio primaveral

En primavera para todos los tratamientos hubo mayor forraje remanente luego del retiro de los animales, esto explicado por la mayor disponibilidad como se expuso anteriormente en el cuadro No. 8.

Cuadro No. 16. Forraje remanente promedio primaveral

Tratamiento	Remanente (kg/ha MS)
alfalfa - festuca CB	1099 A
t. rojo - raigrás CB	969 A
alfalfa - festuca CA	948 A
t. rojo - raigrás CA	838 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

4.2.2.4. Forraje remanente promedio para todo el período experimental

En el cuadro No. 17, se puede ver el forraje remanente promedio según tratamiento para todo el período experimental.

Cuadro No. 17. Forraje remanente promedio de los tratamientos

Tratamiento	Remanente (kg/ha MS)
alfalfa - festuca CB	802 A
t. rojo - raigrás CB	699 AB
t. rojo - raigrás CA	685 AB
alfalfa - festuca CA	574 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos como se puede ver en el cuadro No. 17. Los tratamientos con mezcla de raigrás y trébol rojo no tuvieron diferencias significativas, y tampoco estos con los tratamientos con mezcla de alfalfa y festuca. La significancia está entre los tratamientos que

contienen alfalfa y festuca, con mayor forraje remanente en la mezcla con menor dotación.

Gallo et al. (2015) coincidían con Álvarez et al. (2013) en la cantidad de forraje remanente para una mezcla conformada por dactylis y alfalfa, valores similares al tratamiento de alfalfa y festuca con menor carga animal.

4.2.2.5. Altura promedio del forraje remanente invernal

En el cuadro No. 18, se pueden ver los valores para la altura del forraje remanente según tratamiento en período invernal, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, solo se puede comentar que así como el remanente, la altura también sigue la tendencia a ser mayor cuando la carga animal es menor.

Cuadro No. 18. Altura promedio del forraje remanente invernal

Tratamiento	Altura (cm)
alfalfa - festuca CB	9 A
t. rojo - raigrás CB	8 A
alfalfa - festuca CA	7 A
t. rojo - raigrás CA	7 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

4.2.2.6. Altura promedio del forraje remanente invernal-primaveral

En este lapso tampoco hubo diferencias significativas entre los tratamientos como lo muestra el cuadro No. 19.

Cuadro No. 19. Altura promedio del forraje remanente invernal-primaveral

Tratamiento	Altura (cm)
t. rojo - raigrás CB	11 A
t. rojo - raigrás CA	10 A
alfalfa - festuca CB	10 A
alfalfa - festuca CA	7 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

4.2.2.7. Altura promedio del forraje remanente primaveral

En la primavera tampoco hubo diferencias significativas entre los tratamientos para esta variable, como se puede ver en el cuadro No. 20. Lo que es importante interpretar es que en los períodos anteriores analizados, la tendencia fue que a menor carga animal, mayor altura de forraje remanente, en este caso para la mezcla de raigrás y trébol rojo no se cumple y está explicado por algunas

parcelas de este tratamiento que tuvieron algunos problemas por pérdidas de plantas principalmente.

Cuadro No. 20. Altura promedio del forraje remanente primaveral

Tratamiento	Altura (cm)
alfalfa - festuca CB	16 A
t. rojo - raigrás CA	16 A
alfalfa - festuca CA	14 A
t. rojo - raigrás CB	14 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

4.2.2.8. Altura promedio del forraje remanente en todo el período experimental

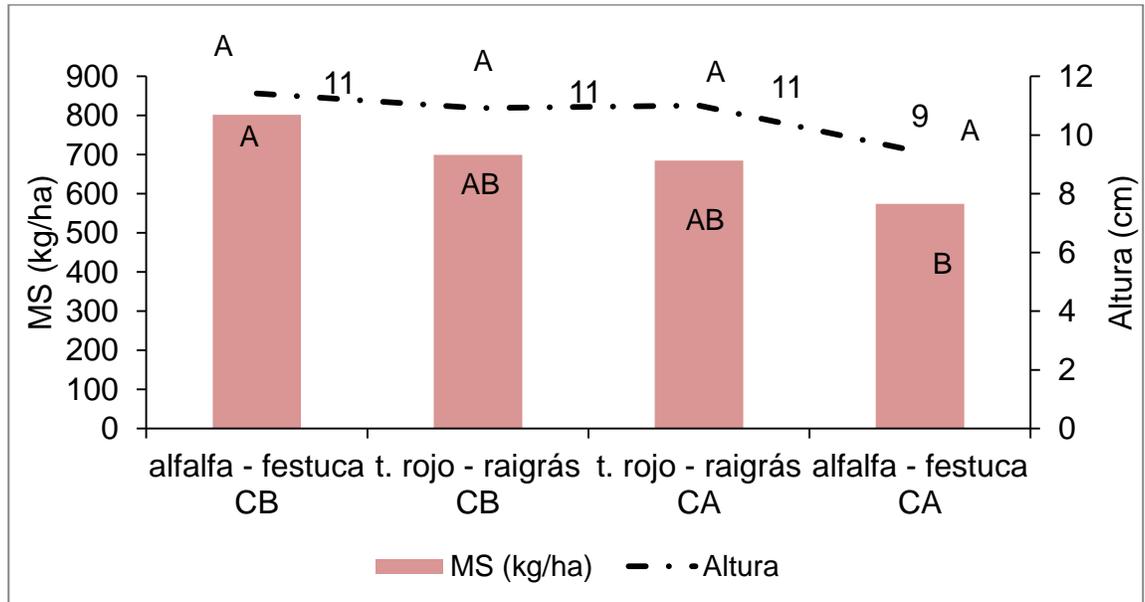
En promedio entre tratamientos no hubo diferencias significativas como se puede ver en la figura No. 5.

Cuadro No. 21. Altura promedio del forraje remanente en todo el período experimental

Tratamiento	Altura (cm)
alfalfa - festuca CB	11,42 A
t. rojo - raigrás CA	11 AB
t. rojo - raigrás CB	11 AB
alfalfa - festuca CA	9,42 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

Según Carámbula (2010b), la altura del forraje remanente no solo determina el rendimiento de cada pastoreo o corte sino también condiciona el rebrote y por lo tanto la producción de la pastura.



Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

Figura No. 5. Forraje remanente, altura promedio invernal y primaveral para los tratamientos

Las alturas promedio van de 9.42 cm a 11.42 cm, lo cual es un poco más alto que lo recomendado por Carámbula (2010b), que para especies erectas deben ser pastoreadas entre 5 y 7.5 cm para evitar inconvenientes. Wilkinson, citado por Carámbula (2010b) sostiene que en un sistema de pastoreo rotativo se debería dejar un remanente de a 8 a 10 cm luego de cada pastoreo.

Por más que no haya habido significancia estadística en las alturas, como se analizó en el punto anterior si en la materia seca del remanente entre los tratamientos que contienen festuca y alfalfa y esto puede estar explicado por la diferencia de altura, según García (1995), en pasturas de 1 a 2 años el 28% de la materia seca se encuentra en el estrato superior.

4.2.2.9. Evolución del forraje remanente y su utilización

Como se puede ver en la figura No. 6, el forraje remanente para los tratamientos con mezcla de raigrás y trébol rojo va en aumento de invierno a primavera, coincide con el cuadro No. 7 de disponibilidad donde ésta es menor en invierno que en primavera, aunque sin diferencias significativas. También en la mencionada figura se puede ver la evolución de la utilización, como es de esperarse es mayor en invierno y disminuye hacia la primavera.

Entre ambas dotaciones siempre es mayor el remanente con carga animal baja que con carga alta. En la gráfica se puede ver que en los dos últimos meses de evaluación esta regla fue inversa, y se le atribuye a algunas parcelas con poca disponibilidad por pérdida de plantas, sobre todo trébol rojo y raigrás, algunos sectores con enmalezamiento por especies estivales.

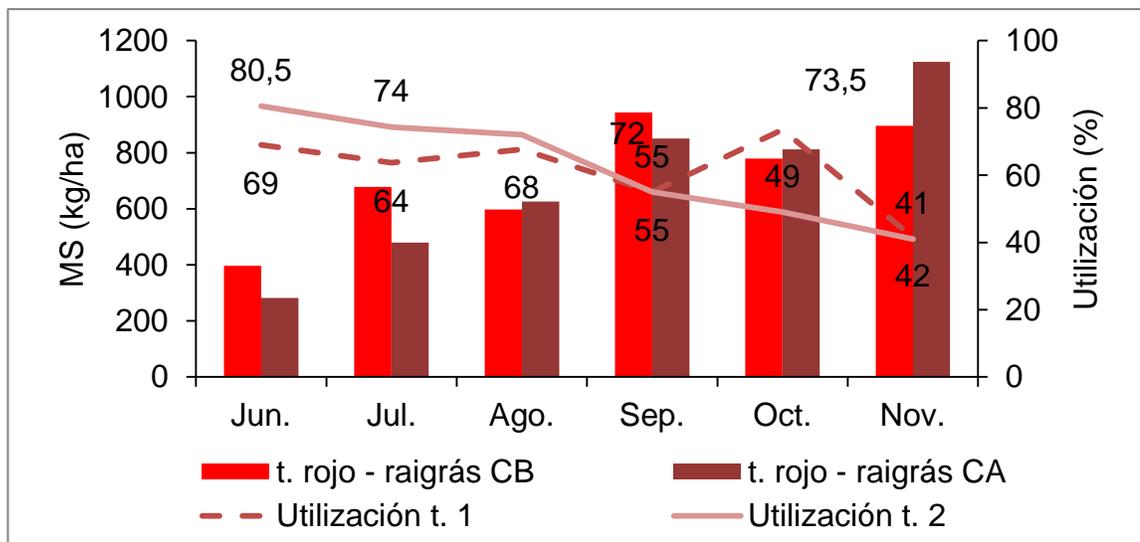


Figura No. 6. Evolución del forraje remanente promedio mensual y la utilización para carga alta y baja sobre trébol rojo y raigrás

En la figura No. 7, se puede ver la evolución del forraje remanente para los tratamientos con mezcla de festuca y alfalfa. La cantidad de forraje que queda al término de la sesión de pastoreo va en aumento hacia la primavera, y su utilización va disminuyendo.

Para esta mezcla las diferentes dotaciones sí se reflejan cuando se las compara, el forraje remanente es mayor con menor carga animal.

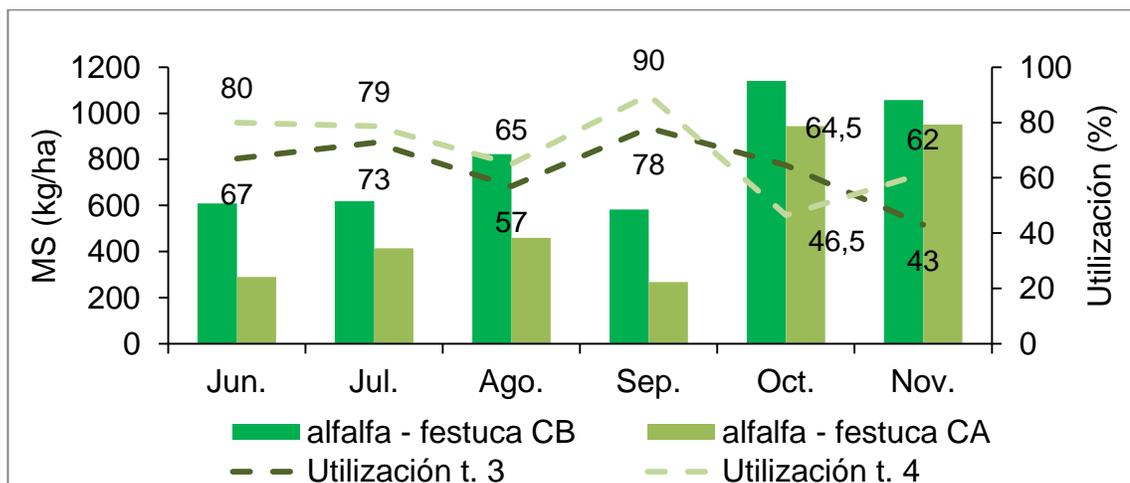


Figura No. 7. Evolución del forraje remanente promedio mensual y la utilización para carga alta y baja sobre alfalfa y festuca

4.2.3. Composición botánica

En este punto se muestran los datos de composición botánica promedio de los tratamientos, para disponible y remanente, en los tres períodos de evaluación y el promedio en todo el período experimental.

4.2.3.1. Composición botánica porcentual promedio del forraje disponible

Como se expone en el cuadro No. 22 hubo diferencias significativas entre los tratamientos para las variables gramíneas y leguminosas.

En cuanto a las gramíneas, entre los tratamientos que contienen la misma mezcla no hubo diferencias significativas, así como tampoco los tratamientos con festuca y el tratamiento con raigrás y carga baja. La diferencia marcada está entre el tratamiento con raigrás y carga baja y el tratamiento con festuca y carga alta. La diferencia podría estar explicada por un mayor consumo general de esta fracción por parte de los animales.

Por otro lado la fracción leguminosa, entre los tratamientos que comparten mezcla no hubo diferencias significativas, independientemente de la mezcla la tendencia es que con carga animal alta hay más presencia de la fracción leguminosa, y cuando se agrega la mezcla el tratamiento con alfalfa y carga animal alta es significativamente distinto de los tratamientos con trébol rojo, es probable que el factor mezcla sea importante y podría marcar diferencias estrictas de volumen y presencia de plantas de esta fracción, pero es un adicional a calificar la dotación, un ejemplo es cuando se ve la paridad entre los tratamientos alfalfa y festuca con carga baja y trébol rojo con raigrás con carga alta.

Cuadro No. 22. Composición botánica porcentual promedio del disponible para todo el período experimental

Tratamiento	Gramíneas	Leguminosas	Malezas	Restos secos
t. rojo - raigrás CB	59 A	25 C	27 A	13 A
t. rojo - raigrás CA	53 AB	30 BC	31 A	10 A
alfalfa - festuca CB	49 AB	46 AB	21 A	5 A
alfalfa - festuca CA	38 B	51 A	17 A	5 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

En la figura No. 8, se puede ver la composición botánica promedio del disponible del experimento para los cuatro tratamientos y su equivalente en términos de materia seca por hectárea.

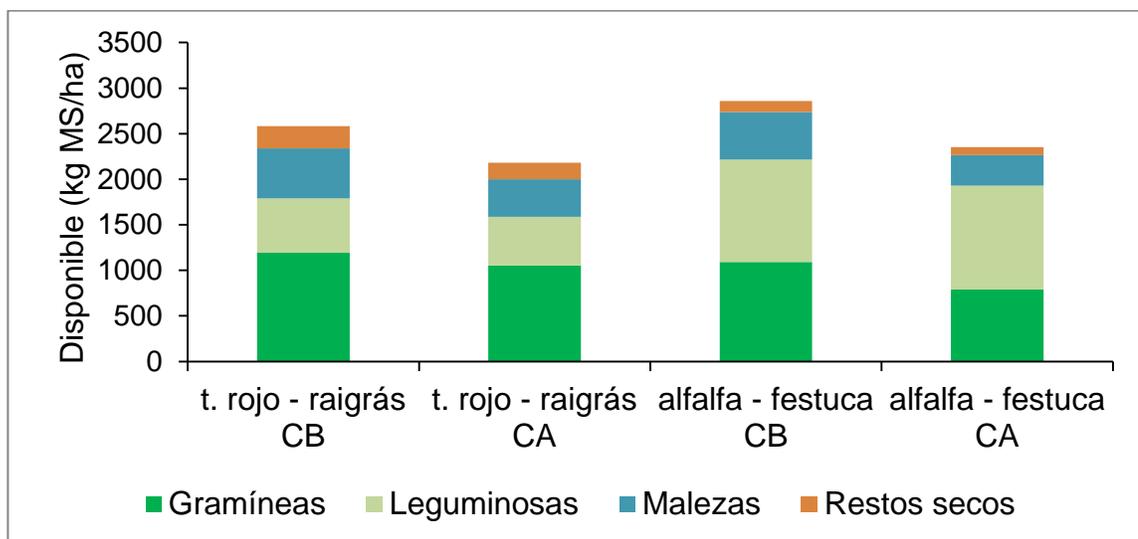


Figura No. 8. Composición botánica del disponible promedio

4.2.3.2. Composición botánica porcentual promedio del forraje remanente

Como se puede ver en el cuadro No. 23, en la composición botánica promedio del forraje que queda luego de cada sesión de pastoreo solo en la fracción leguminosa hubo diferencias estadísticamente significativas, en donde solo el tratamiento que contiene alfalfa con una carga baja fue distinto de los tratamientos que contienen trébol rojo para las dos cargas. En proporciones se nota en los tratamientos con mezcla de alfalfa y raigrás como cambia la contribución de la fracción leguminosa respecto a la gramínea comparado con el disponible, esto está explicado por la arquitectura de la plantas y distribución del

forraje en el estrato de la canopia, principalmente la alfalfa y términos de consumo son más apetecidas por lo animales.

Cuadro No. 23. Composición botánica porcentual del remanente

Tratamiento	Gramíneas	Leguminosas	Malezas	Restos secos
t. rojo - raigrás CB	59 A	31 A	26 A	17 A
t. rojo - raigrás CA	61 A	34 A	17 A	13 A
alfalfa - festuca CB	59 A	15 B	14 A	11 A
alfalfa - festuca CA	57 A	24 AB	15 A	12 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

En la figura No. 9 se ve representada la composición botánica promedio del forraje remanente de los tratamientos y su equivalente en términos de materia seca por hectárea.

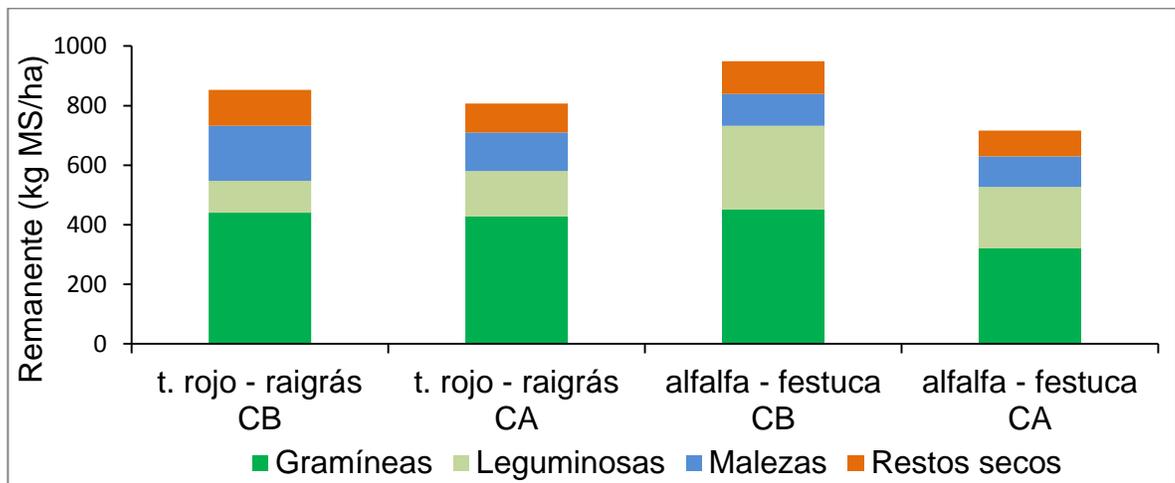


Figura No. 9. Composición botánica promedio del remanente

4.2.4. Suelo descubierto

En este punto se presenta la información que muestra el promedio de suelo descubierto según tratamiento, para el disponible y para el remanente. Es el promedio de todo el período bajo estudio ya que no hubo diferencias significativas para esta variable cuando se la analizó por estación y tampoco hubo interacción entre esta y los tratamientos.

Como se puede ver en el cuadro No. 24, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos cuando se midió la variable antes y después de la sesión de pastoreo.

Sobre el forraje disponible en la mezclas de alfalfa y festuca, según carga animal, el valor es alejado y se acerca a la mínima diferencia significativa, esto podría estar explicado por la acumulación y persistencia de forraje que no es utilizado por los animales en los estratos inferiores, si bien las alturas no indican diferencias significativas los valores son distintos como se puede ver en la figura No. 5.

Aunque estadísticamente no son distintas, sobre el forraje remanente y haciendo el análisis dentro de cada mezcla, los valores para carga animal alta, en la mezcla con alfalfa estuvieron por encima y muy cerca de la diferencia mínima significativa, esto es de esperarse debido a la remoción del forraje de los estratos superiores, y además el hábito de crecimiento erecto de todas las especies. Para la mezcla de trébol rojo y raigrás el porcentaje de esta variable no es atribuible a la carga animal, sino a otros aspectos como pueden ser problemas de implantación, pisoteo y/o compactación y pérdida de plantas.

Cuadro No. 24. Suelo descubierto promedio según tratamiento sobre forraje disponible y remanente

Tratamiento	Suelo descubierto disponible (%)	Suelo descubierto remanente (%)
alfalfa - festuca CA	9 A	14 A
alfalfa - festuca CB	4 A	9 A
t. rojo - raigrás CA	10 A	13 A
t. rojo - raigrás CB	9 A	13 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

4.2.5. Producción de materia seca

La producción de materia seca está determinada por la tasa de crecimiento y la duración del período en el cual se está analizando el mismo. En este punto se mostrarán las tasas de crecimiento promedio, estacional general y estacional según tratamiento.

4.2.5.1. Tasa de crecimiento invernal según tratamiento

Como se ve en el siguiente cuadro en el invierno no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, las tasas de crecimiento para la mezcla de trébol rojo y raigrás estuvieron sobre el promedio de las especies. Según Díaz et al. (1996), el promedio de tasa de crecimiento para el trébol rojo en su segundo año de vida está en el orden de los 17 kilogramos de materia seca por hectárea y por día. García (2003) explica que el promedio de invierno para la tasa de crecimiento del raigrás es de 30 kilogramos de materia seca por hectárea y por día.

La mezcla en promedio, teniendo en cuenta los dos tratamientos con esta mezcla, tuvo una tasa de crecimiento invernal promedio de 22 kilogramos de materia seca por hectárea y por día. Además, Gallo et al. (2015) para la misma mezcla informan una tasa de crecimiento de 17.7 kilogramos de materia seca por hectárea y por día, los cuales son valores bastante cercanos.

En el caso de la mezcla compuesta de raigrás y alfalfa, es importante señalar que este cultivar de alfalfa (Chaná) no tiene latencia invernal por lo que sigue produciendo forraje, aunque lo haga a menores tasas de crecimiento. Díaz et al. (1996) muestran que la alfalfa tiene una tasa de crecimiento en promedio para el período invernal de 15 kilogramos de materia seca por hectárea y por día. Sin embargo, la festuca según García (2003), tiene un promedio en invierno de 20 kilogramos de materia seca por hectárea y por día.

La mezcla para su segundo año de vida en invierno en promedio entregó 26 kilogramos de materia seca por día y por hectárea. Estos valores también son cercanos a los que reportan Gallo et al. (2015), para una mezcla de dactylis con alfalfa la cual produjo 23 kilogramos de materia seca por día y por hectárea.

Cuadro No. 25. Tasas de crecimiento invernal promedio según tratamiento

Tratamiento	TC promedio (kg MS/ha/día)
alfalfa - festuca CB	28 A
alfalfa - festuca CA	25 A
t. rojo - raigrás CA	23 A
t. rojo - raigrás CB	21 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

4.2.5.2. Tasa de crecimiento invernal primaveral según tratamiento

En este período fue donde se registraron las mayores tasas de crecimiento promedio, el mismo abarca fines de agosto y comienzos de septiembre, y como se puede ver en el cuadro No. 26, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Para todas las especies bajo análisis, en los meses de este período, es cuando comienzan a hacerse más exponenciales las curvas de tasas de crecimiento, por lo que es esperable que en promedio sea incluso más alto que el de primavera.

Cuadro No. 26. Tasa de crecimiento invernal-primaveral según tratamiento

Tratamiento	TC promedio (kg MS/ha/día)
alfalfa - festuca CA	50 A
alfalfa - festuca CB	46 A
t. rojo - raigrás CA	44 A
t. rojo - raigrás CB	40 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

4.2.5.3. Tasa de crecimiento primaveral según tratamiento

En la primavera los tratamientos son estadísticamente iguales. Como se puede ver en el cuadro No. 27, las tasas de crecimiento se ven un poco deprimidas en comparación al período anterior. Esto podría deberse al componente gramíneo de la mezcla, que si bien las tasas de crecimiento son relativamente altas vienen en descenso a merced de que la primavera avanza. Según García (2003), en promedio las tasas de crecimiento se encuentran en 20 y 30 kilogramos de materia seca por día y por hectárea, para raigrás perenne y festuca respectivamente.

Cuadro No. 27. Tasa de crecimiento primaveral según tratamiento

Tratamiento	TC promedio (kg MS/ha/día)
alfalfa - festuca CB	39 A
alfalfa - festuca CA	39A
t. rojo - raigrás CB	31 A
t. rojo - raigrás CA	22 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

Gallo et al. (2015) mostraron que para dicho año una pastura compuesta de dactylis y alfalfa, la tasa de crecimiento para primavera fue de 77 kilogramos de materia seca por hectárea y por día, un valor bastante más alto en promedio que los obtenidos en este experimento. Esto podría deberse a las precipitaciones registradas en esta estación que estuvieron por debajo de la media histórica, sobre todo en el mes de octubre que se registraron 85 milímetros menos que la serie histórica. Los autores antes citados para una pastura de raigrás y trébol rojo registraron una tasa de 39 kilogramos de materia seca por hectárea y por día, también estos valores son alejados a los presentados en el cuadro anterior, pudiéndose deber a los factores climáticos antes descritos.

4.2.5.4. Tasa de crecimiento promedio de los tratamientos en todo el período experimental

Como bien se expresa en el cuadro No. 28, en promedio para el período experimental y para todos los tratamientos no existieron diferencias significativas, pero sí hubo una supremacía de los tratamientos con alfalfa y festuca sobre los de raigrás y trébol rojo.

Cuadro No. 28. Tasa de crecimiento promedio en el período experimental según tratamiento

Tratamiento	TC promedio (kg MS/ha/día)
alfalfa - festuca CA	38 A
alfalfa - festuca CB	38 A
t. rojo - raigrás CB	31 A
t. rojo - raigrás CA	30 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

Gallo et al. (2015) reportan para una pastura compuesta por dactylis y alfalfa una tasa de crecimiento promedio para la misma época del año de 59 kg MS/ha/día, pero además de ser distinta la gramínea fue muy distinto el clima en ese año, donde llovieron aproximadamente 340 mm sobre la media histórica.

4.2.5.5. Evolución de la tasa de crecimiento según tratamiento

En la figura No. 10 se puede ver la evolución de las tasas de crecimiento de los tratamientos de inicio a fin del experimento, en los meses de setiembre y octubre con una temperatura promedio de 17.1 °C y 17.2 °C respectivamente se dieron las tasas de crecimiento más altas en el rango de 45 a 65 kg de materia seca por hectárea y por día. En estos meses las tasas de crecimiento de los tratamientos con alfalfa las curvas fueron muy similares, en cambio, con los tratamientos con la mezcla alternativa difirieron en al menos 10 kilogramos de materia seca por hectárea y por día a favor de la dotación alta, esto podría estar explicado por la menor altura de forraje remanente y la mejor llegada de luz a los puntos de crecimiento, sobre todo por la gramínea.

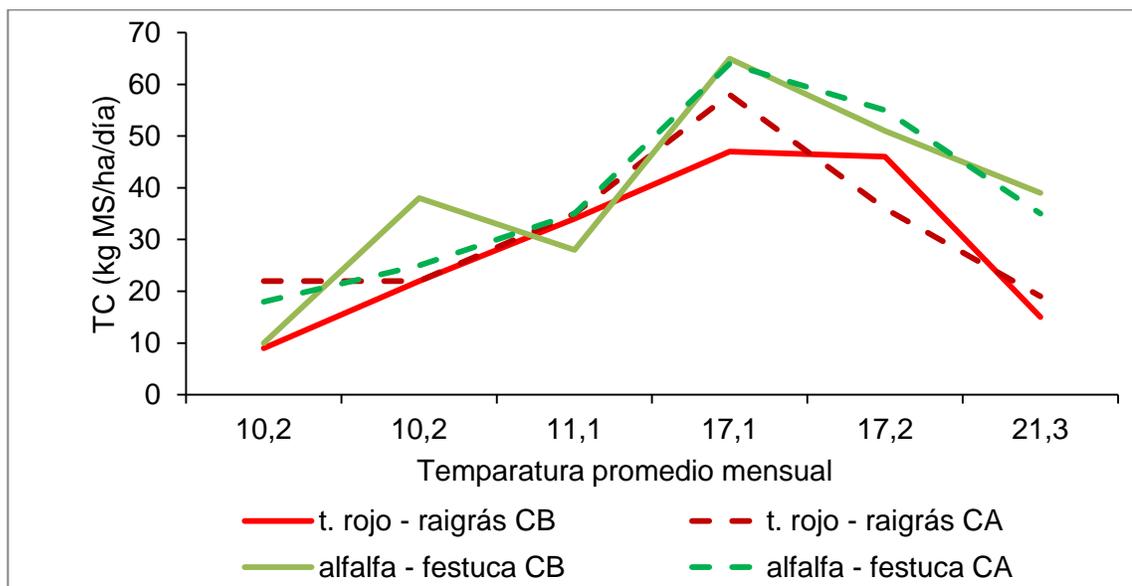


Figura No. 10. Evolución de la tasa de crecimiento según tratamiento

4.2.5.6. Producción de forraje promedio invernal según tratamiento

En el cuadro No. 29, se puede ver que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Como se mencionó en líneas anteriores, la supremacía de la mezcla de festuca con alfalfa, está explicada en su mayoría por la componente gramínea y el aporte menor de la alfalfa ya que al no tener reposo hace su contribución en términos de crecimiento.

Cuadro No. 29. Producción de forraje promedio invernal según tratamiento

Tratamiento	Crecimiento promedio (kg MS/ha)
alfalfa - festuca CB	1496 A
alfalfa - festuca CA	1356 A
t. rojo - raigrás CB	1183 A
t. rojo - raigrás CA	1250 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

En el caso de la mezcla de festuca con alfalfa para sus diferentes cargas, las tasas de crecimiento fueron similares, lo que sí fue distinto por lo menos en valores numéricos fue el remanente de los dos tratamientos, con menor valor el tratamiento con mayor carga animal, lo cual podría ser una de las razones de que este último tratamiento se ubique por debajo del tratamiento con igual mezcla. En cuanto a la mezcla de raigrás y trébol rojo los dos tratamientos en este período tuvieron una similar tasa de crecimiento, pero su remanente fue distinto también

en valores numéricos, debido a la no existencia de diferencias estadísticas significativas. El tratamiento con menor carga animal tuvo un mayor remanente, debido a esto fue superior en términos de crecimiento respecto al tratamiento con igual mezcla y una carga animal alta.

4.2.5.7. Producción de forraje promedio invernal-primaveral según tratamiento

Se observa en el cuadro No. 30 que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, pero en términos absolutos es apreciable una diferencia positiva para la mezcla de alfalfa y festuca con respecto a la de trébol rojo y raigrás. También existen diferencias no estadísticamente significativas cuando se compara en cada mezcla las diferentes cargas, siendo mayor la producción de forraje en las cargas altas.

Cuadro No. 30. Producción de forraje invernal-primaveral según tratamiento

Tratamiento	Crecimiento promedio (kg MS/ha)
alfalfa - festuca CA	2540 A
alfalfa - festuca CB	2333 A
t. rojo - raigrás CA	2190 A
t. rojo - raigrás CB	1963 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

La mayor producción en valores de materia seca, en la mezcla de alfalfa y festuca se explica por el gran aporte que produce la alfalfa en la primavera, presentando la mezcla para este período el mayor forraje disponible, forraje remanente y tasa de crecimiento, que como se mencionó anteriormente tampoco tuvieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Comparando las diferentes dotaciones dentro de las mezclas, las mismas no tuvieron diferencias significativas. Para la mezcla de alfalfa y festuca, la cual presenta una diferencia menor entre tratamientos, la misma está explicada por el forraje remanente y la tasa de crecimiento, ya que la diferencia en la disponibilidad de forraje es mínima. Para la mezcla de trébol rojo y raigrás la diferencia se explica por mayor tasa de crecimiento para el tratamiento con carga alta, ya que en forraje disponible y remanente no existen diferencias apreciables entre tratamientos.

4.2.5.8. Producción de forraje promedio primaveral según tratamiento

Como en los dos períodos anteriores, en el cuadro No. 31 se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Pero en valores numéricos se puede apreciar una superioridad de la mezcla de alfalfa y festuca con respecto a la de trébol rojo y raigrás, al igual que en los períodos

anteriores. En este período, a diferencia del anterior se obtuvieron en valores absolutos mayores producciones en las dotaciones bajas.

Cuadro No. 31. Producción de forraje promedio primaveral según tratamiento

Tratamiento	Crecimiento promedio (kg MS/ha)
alfalfa - festuca CB	2569 A
alfalfa - festuca CA	2464 A
t. rojo - raigrás CB	2125 A
t. rojo - raigrás CA	1434 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

La mayor producción de materia seca de la alfalfa y festuca está determinada por mayor cantidad y altura del forraje disponible, mayor forraje remanente y una marcada superioridad en la tasa de crecimiento (no diferenciadas estadísticamente).

Hablando en valores absolutos, la mayor producción de las cargas bajas está explicado por mayor forraje disponible y remanente, lo que permite iniciar el rebrote una vez culminado el pastoreo, con mayor área foliar fotosintéticamente activa. Para la mezcla de trébol rojo y raigrás, también se explica por mayor tasa de crecimiento en la carga baja, la cual, sin expresar diferencias estadísticamente significativas, manifiesta una gran superioridad agronómica sobre el tratamiento con carga animal alta.

4.2.5.9. Producción de forraje promedio y total en todo el período experimental según tratamiento

Como se puede ver en el cuadro No. 32 no hubo diferencias significativas entre los tratamientos para el crecimiento de forraje promedio por hectárea, pero sí se puede ver una superioridad a favor de la mezcla de alfalfa con festuca sobre la de raigrás y trébol rojo del orden de los 400 kilogramos.

Dicha diferencia a favor de la mezcla de alfalfa y festuca está explicada por tener en promedio para todo el período experimental, mayor forraje disponible al inicio del pastoreo y mayor tasa de crecimiento.

En el cuadro No. 32 también es posible observar el crecimiento total en kilogramos de materia seca por hectárea por tratamiento, para todo el período experimental.

A la hora de realizar una comparación en dicho parámetro, a diferencia de lo que se observa en la producción promedio, sí se observan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Estas diferencias a favor de los

tratamientos con mezcla de alfalfa y festuca son de poco más de 1000 kilogramos de MS/ha en promedio con los tratamientos de distinta mezcla, determinando la superioridad en los tratamientos con mezcla de alfalfa y festuca. Dicha superioridad de la mezcla, se explica por tener mayor cantidad y altura de forraje disponible durante todo el período, así como también mayores tasas de crecimiento, sobre todo en el período primaveral en el cual se incrementa el aporte de la alfalfa.

A lo largo de todo el experimento los tratamientos con ésta mezcla mostraron superioridad en valores de producción sobre la mezcla de trébol rojo y raigrás, pero obteniendo como resultado final para todo el período experimental producciones totales que sí implican diferencias estadísticamente significativas.

Como ya fueron mencionadas las características climáticas del año sobre todo las bajas precipitaciones registradas en el mes de octubre, es de esperarse que al igual que las tasas de crecimiento, también la producción se vea resentida ya que a su vez están directamente relacionadas.

Gallo et al. (2015) trabajando con dactylis y alfalfa registraron una producción promedio del orden de los 5000 kilogramos por hectárea de pastoreo, y para una pastura de raigrás y trébol rojo en promedio 2600 kilogramos de materia seca por hectárea. Por lo que los valores presentados para los tratamientos están por debajo de esta referencia.

Cuadro No. 32. Producción de forraje promedio, y producción total de forraje según tratamiento en todo el período experimental

Tratamiento	Crec. promedio (kg MS/ha)	Crec. total MS/ha)	(kg
alfalfa - festuca CB	2133 A	5910 A	
alfalfa - festuca CA	2120 A	5969 A	
t. rojo - raigrás CB	1757 A	4989 B	
t. rojo - raigrás CA	1625 A	4460 C	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

4.2.6. Forraje desaparecido

El forraje desaparecido es el resultado del disponible menos el remanente, y en su mayoría es el consumo por parte de los animales, pero no en su totalidad, ya que hay forraje que desaparece por arrancado, senescencia, excreciones de los animales, y por pisoteo entre los más importantes.

4.2.6.1. Forraje desaparecido promedio invernal según tratamiento

Se puede observar en el cuadro No. 33 que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, siendo los valores de forraje desaparecido muy similares entre sí. Al observar la mezcla compuesta por trébol rojo y raigrás con carga animal baja, se puede observar que en valores numéricos es la que más diferencias tiene entre todos los tratamientos.

Cuadro No. 33. Forraje desaparecido promedio invernal según tratamiento

Tratamiento	Desaparecido (kg MS/ha)
alfalfa - festuca CA	1540 A
t. rojo - raigrás CA	1450 A
alfalfa - festuca CB	1434 A
t. rojo - raigrás CB	1133 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

La mezcla de alfalfa y festuca presenta mayores valores absolutos de forraje desaparecido, explicado esto por ser la que tiene en el período mayor forraje disponible y menor remanente, y mayor tasa de crecimiento.

Los tratamientos con alta carga animal presentan mayor forraje desaparecido (sin diferencias estadísticamente significativas), ya que una vez culminado el pastoreo son las que presentan menor cantidad y altura de forraje remanente. En trébol rojo y raigrás también se explica en valores absolutos por tener mayor forraje disponible al inicio del pastoreo.

4.2.6.2. Forraje desaparecido promedio invernal-primaveral según tratamiento

Como se observa en el cuadro No. 34, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Se destaca la mezcla de alfalfa y festuca por mayor cantidad de forraje desaparecido, y los tratamientos con carga alta se comportan de la misma manera con respecto a los tratamientos de sus respectivas mezclas pero con carga baja.

Cuadro No. 34. Forraje desaparecido promedio invernal-primaveral según tratamiento

Tratamiento	Desaparecido (kg MS/ha)
alfalfa - festuca CA	1770 A
alfalfa - festuca CB	1367 A
t. rojo - raigrás CA	1287 A
t. rojo - raigrás CB	1267 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$).

El mayor forraje desaparecido de la mezcla compuesta por alfalfa y festuca, están explicados por presentar el mayor forraje disponible con respecto al trébol rojo y raigrás, acompañado de tasas de crecimiento más altas en el período. En la primera mezcla se observa una diferencia de 400 kg entre tratamientos con diferente dotación, explicada por la diferencia en forraje remanente al finalizar el pastoreo.

4.2.6.3 Forraje desaparecido promedio primaveral según tratamiento

En este período el forraje desaparecido en valores absolutos fue muy similar entre los cuatro tratamientos (ver cuadro No. 35), por lo que no hubo diferencias significativas, sólo el tratamiento compuesto por la mezcla de trébol rojo y raigrás con alta carga animal se destaca por su baja cantidad de forraje desaparecido.

Cuadro No. 35. Forraje desaparecido promedio primaveral según tratamiento

Tratamiento	Desaparecido (kg MS/ha)
alfalfa - festuca CB	1644A
t. rojo - raigrás CB	1499 A
alfalfa - festuca CA	1351 A
t. rojo - raigrás CA	870 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$).

Los tratamientos con carga animal baja son los que presentan mayor cantidad de forraje desaparecido, y esto se explica por ser los tratamientos con mayor forraje disponible al inicio del pastoreo, a pesar de tener una leve mayoría en la cantidad de forraje remanente (en kg MS/ha).

Comparando los tratamientos de la mezcla de trébol rojo y raigrás, se aprecia una gran diferencia en kilogramos de materia seca. Dicha diferencia en el tratamiento con carga animal alta se explica por la baja cantidad de forraje disponible, acompañado de baja cantidad de remanente y una tasa de crecimiento muy baja con respecto al tratamiento contrastante.

4.2.6.4. Forraje desaparecido promedio para todo el período experimental

Como se puede ver en el cuadro No. 36, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Como era de esperar, la mezcla de alfalfa y festuca con carga animal alta fue la que mostró el mayor valor de forraje desaparecido promedio. Pero esta tendencia no se puede ver reflejada en el tratamiento de trébol rojo y raigrás con carga alta, ya que el mismo tuvo un muy bajo forraje desaparecido en la primavera por presentar en este período un bajo forraje disponible y bajo forraje remanente,

sumado a una tasa de crecimiento baja, lo cual condiciona al tratamiento a la hora de realizar promedios.

Realizando una comparación entre mezclas se puede observar que hubo mayor cantidad de forraje desaparecido en la mezcla de festuca y alfalfa. Esto podría deberse al consumo por parte de los animales, ya que como se vio anteriormente estas mezclas tienen una alta proporción de plantas de alfalfa, que dado su porte erecto permite tener mayor proporción de forraje accesible al consumo animal. García, citado por Gallo et al. (2015), afirma que uno de los aspectos que afectan el consumo es la estructura, siendo ésta a su vez, afectada por los tipos y proporción de especies que conforman el tapiz.

En el análisis del disponible, se pudo ver en cuadros anteriores que la cantidad de forraje (cuadro No. 9), así como también las alturas (cuadro No. 13) en los tratamientos con mezcla de alfalfa y festuca fueron superiores, aunque sin tener diferencias significativas sobre las mezclas de trébol rojo y raigrás. En tal sentido, Hodgson, citado por Cangiano (1997), dice que el peso de bocado es muy sensible a variaciones en la altura de forraje y a su vez, el peso de bocado es la variable del comportamiento ingestivo que mayor efecto tiene en el consumo.

Cuadro No. 36. Forraje desaparecido promedio según tratamiento

Tratamiento	Desaparecido (kg MS/ha)
alfalfa – festuca CA	1554 A
alfalfa – festuca CB	1481 A
t. rojo - raigrás CB	1300 A
t. rojo - raigrás CA	1201 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$).

4.2.7. Utilización del forraje

A continuación se presentan los resultados obtenidos para la variable utilización, variable que está directamente relacionada con el forraje desaparecido, y éste no es del todo utilizado por el animal, debido a varios factores como pueden ser deyecciones y pisoteo de los animales.

4.2.7.1. Utilización promedio invernal del forraje disponible según tratamiento

Como se observa en el cuadro No. 37 no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, se puede observar que los tratamientos con mayor carga animal tuvieron una mayor utilización y la tendencia es igual que al forraje desaparecido en el mismo período.

Cuadro No. 37. Utilización promedio invernal del forraje disponible según tratamiento

Tratamiento	Utilización (%)
alfalfa - festuca CA	81 A
t. rojo - raigrás CA	78 A
alfalfa - festuca CB	72 A
t. rojo - raigrás CB	67 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$).

4.2.7.2. Utilización promedio invernal-primaveral del forraje disponible según tratamiento

En este período además de no haber diferencias significativas entre los tratamientos, en promedio bajó la utilización y esto puede estar explicado por el mayor crecimiento registrado al inicio de primavera, solo el tratamiento con mezcla de festuca y alfalfa con carga alta mantuvo su utilización respecto al período anterior, probablemente debido a la mayor carga animal ya que la tendencia en producción y desaparecido para el mismo período es igual.

Cuadro No. 38. Utilización promedio invernal-primaveral del forraje disponible según tratamiento

Tratamiento	Utilización (%)
alfalfa - festuca CA	85 A
t. rojo - raigrás CA	68A
t. rojo - raigrás CB	62 A
alfalfa - festuca CB	65 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$).

4.2.7.3. Utilización promedio primaveral del forraje disponible según tratamiento

En el cuadro No. 39 se presentan los resultados para el período netamente primaveral, respecto a los períodos analizados anteriormente la utilización ha bajado para todos los tratamientos y se debe principalmente a la mayor producción de forraje.

Cuadro No. 39. Utilización promedio primaveral del forraje disponible según tratamiento

Tratamiento	Utilización (%)
t. rojo - raigrás CB	57 A
alfalfa - festuca CA	54 A
alfalfa - festuca CB	54 A
t. rojo - raigrás CA	45 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$).

4.2.7.4. Utilización promedio del forraje disponible para todo el periodo experimental

Como se observa en el cuadro No. 40 en todo el período bajo estudio no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Lo que sí se puede afirmar, es que se cumple que los tratamientos con mayor carga dentro de una mezcla tuvieron una mayor utilización. La explicación a que la variable entre los tratamientos con mezcla raigrás y trébol rojo sean muy parecidos puede deberse a factores externos a la carga animal, y más bien a la estructura del tapiz. Además, como se puede ver en el cuadro No. 9, los valores del ofrecido son muy similares, no sucediendo esto con la mezcla de alfalfa y festuca que si bien se diferencian en su utilización por parte de los animales también los valores del remanente siguen la misma tendencia.

Cuadro No. 40. Utilización promedio del forraje según tratamiento

Tratamiento	Utilización (%)
alfalfa - festuca CA	73 A
t. rojo - raigrás CA	64 A
t. rojo - raigrás CB	63 A
alfalfa - festuca CB	63 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$).

4.2.8. Oferta de forraje

La oferta de forraje promedio está dada por la cantidad de forraje disponible y el peso vivo animal promedio, la disponibilidad de forraje y el peso de los animales van cambiando en todo el período bajo estudio, es necesario hacer el análisis en distintos momentos. Para acompasar los períodos de pesadas de los animales, esta variable se presenta para dos etapas, una invernal primaveral, y otra primaveral tardía.

4.2.8.1. Oferta de forraje invernal-primaveral

Como antes se mencionara esta asignación de forraje, expresada en kilogramos de materia seca por día cada 100 kilogramos de peso vivo, es muy dependiente del peso de los animales y de la disponibilidad de forraje. Como se comentó en capítulos anteriores no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a producción de forraje. En el cuadro No. 41, se puede ver dentro de cada mezcla las diferencias dadas por la carga animal, teniendo mayor asignación los tratamientos con menor dotación. Los valores de todos los tratamientos estarían dentro de los recomendados, Agustoni et al. (2008) trabajando con distintas asignaciones de forraje reportan que el óptimo estaría dentro entre 4,5 y 6,5 %.

Cuadro No. 41. Oferta de forraje en invierno-primavera

Tratamiento	OF promedio (kg MS/día/100 kg PV)
alfalfa - festuca CB	5.3
alfalfa - festuca CA	4.4
t. rojo - raigrás CA	6
t. rojo - raigrás CB	7

4.2.8.2. Oferta de forraje primaveral tardía

Para la primavera tardía, en términos de producción de forraje no hubo diferencias significativas, pero con un coeficiente de variación alto. La mezcla de alfalfa con festuca superó cerca de una tonelada a la mezcla de raigrás y trébol rojo en este período con una carga animal baja y alta respectivamente. Como se puede apreciar en el cuadro No. 42 la asignación de forraje disminuyó debido al aumento de peso de los animales para todos los tratamientos. Pero partiendo del análisis anterior, los tratamientos con mezcla de raigrás y trébol rojo sufrieron una caída mayor, respecto a la otra mezcla. Esto se explica por la caída en la producción de forraje, afectado en su mayoría por la componente gramínea.

Cuadro No. 42. Oferta de forraje en primavera tardía

Tratamiento	OF promedio (kg MS/día/100 kg PV)
alfalfa - festuca CB	4.5
alfalfa - festuca CA	3.3
t. rojo - raigrás CA	3.4
t. rojo - raigrás CB	5.4

4.3. PRODUCCIÓN ANIMAL

Como contraparte al análisis del forraje, a continuación se analiza la performance animal a través de la ganancia media diaria y la producción de carne individual por hectárea de pastoreo.

4.3.1. Ganancia media diaria por animal

En el cuadro No. 43 se presentan las ganancias medias logradas por los animales según tratamiento, para las ganancias registradas en el período invernal primaveral el cual corresponde a los meses de julio, agosto y septiembre y para el período primaveral tardío correspondiente a los meses de octubre, noviembre y la primer quincena de diciembre.

Cuadro No. 43. Ganancia media diaria por animal según tratamiento y período

Tratamiento	GMD P1* (kg/anim./día)	GMD P2* (kg/anim./día)	GMD promedio (kg/anim./día)
alfalfa - festuca CA	0.79 B	1.06 B	0.93 BC
alfalfa - festuca CB	1.03 AB	1.28 A	1.16 A
t. rojo - raigrás CA	1.02 AB	0.77 C	0.89 C
t. rojo - raigrás CB	1.35 A	0.82 C	1.06 AB
*P1 invernal primaveral	*P2 primaveral tardía		

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

Para el período invernal primaveral existen diferencias significativas entre dos tratamientos opuestos, la diferencia está a favor del tratamiento con mezcla de trébol rojo y raigrás con menor carga animal sobre el tratamiento con mezcla de festuca y alfalfa con alta carga animal, los demás tratamientos no difieren estadísticamente de estos dos tratamientos antes mencionados.

Las diferencias pueden existir por varios factores, factores atribuibles a la pastura, a los animales y al manejo. Como primer variable aplicable a la pastura con un efecto directo sobre el consumo podría ser la disponibilidad de forraje. Según Montossi et al. (1996), el consumo o performance animal crece a medida que aumenta la disponibilidad o la altura de la pastura. En este caso la disponibilidad de forraje para los tratamientos no fue estadísticamente distinta como se presentó en capítulos anteriores.

La composición botánica de la pastura, hace sus diferencias en cuanto calidad, y determina el valor nutritivo de la ingesta y el consumo por parte de los animales. Smethan (1981) señala que las leguminosas en cuanto a su calidad, contienen menos fibra que las gramíneas y una mayor relación de carbohidratos solubles e insolubles, mayor contenido de proteína que las gramíneas y

aproximadamente el doble de minerales. Rizo y Zarza, citados por Montossi et al. (1996), mencionan que existe una mayor tasa de consumo de leguminosas sobre gramíneas y además esto está ligado a una mayor tasa de pasaje a nivel ruminal.

Carámbula (2010a) expresa que el mayor valor nutritivo por parte de las leguminosas se explica por una menor concentración de paredes celulares y un mayor contenido celular lo que equivale a una digestión más rápida y menor tiempo de retención, lo que se traduce en un mayor consumo. Los animales por lo general buscan consumir mayormente leguminosas. En este sentido, Hodgson, citado por Cangiano (1997), señala que es bien conocido que el animal en pastoreo selecciona leguminosas respecto a gramíneas, y en general hojas sobre tallos así como también partes vivas sobre muertas, dependiendo de las proporciones de estas distintas fracciones.

Para estos dos tratamientos que difieren, su composición botánica en promedio para todo el experimento fue muy distinta, para el tratamiento con raigrás y trébol rojo con carga baja hubo un 60 % y un 25 % de gramíneas y leguminosas respectivamente, en el mismo orden para el tratamiento con festuca y alfalfa con alta carga animal hubo un 38 % y 51 %. Por lo que esta variable no estaría explicando las diferencias registradas en la ganancia media diaria.

Según Cangiano (1997), en lo que respecta a factores del animal que pueden establecer diferencias en el consumo, se pueden citar, la edad, el peso, el estado de preñez o lactancia, el nivel de producción y la condición corporal. Dichos estos factores, al experimento se podrían aplicar y analizar solo peso, edad, y condición corporal; de estos tres factores sólo se controló el peso, que para el cálculo de las ganancias medias se usó el peso inicial como covariable. Sin embargo, la edad se presume que no pudo haber tenido un efecto significativo ya que solo en los ajustes de carga en primavera ingresaron novillos más jóvenes, pero la mayoría fueron contemporáneos, y por último la condición corporal de los animales no se controló al inicio del experimento.

Además de la mezcla forrajera estos tratamientos difieren en la carga animal que presentan las praderas, y sabiendo que el tratamiento con alfalfa y festuca con baja carga no tiene diferencias significativas con el tratamiento de mayor ganancia, lo que explicaría las diferencias es la alta carga en la mezcla de alfalfa con festuca, resistiéndose la ganancia individual.

Observado las ganancias de los tratamientos con la misma mezcla, se puede ver como estas mejoran cuando la dotación es menor y por ende la asignación de forraje es mayor, Hodgson, citado por Cangiano (1997), Kloster et al. (2003) señalan que aumentos en la oferta de forraje, aumenta el consumo y permite al animal seleccionar el forraje de mayor calidad (mayor digestibilidad y contenido de proteínas). De lo contrario en la medida que disminuye la oferta de

forraje los factores no nutricionales toman más importancia en determinar el consumo deprimiendo el desempeño individual.

Para el segundo período, de forma contraria al período anterior analizado las ganancias medias más altas son obtenidas en la mezcla con festuca y alfalfa, y esto es explicado por la mayor disponibilidad de forraje y una mayor altura promedio del disponible comparado a los tratamientos con mezcla de raigrás y trébol rojo. También se cumple la relación de la ganancia media individual y la dotación animal dentro de cada mezcla. Para el caso de la mezcla de alfalfa y festuca las diferencias son estadísticas y para la mezcla de raigrás trébol rojo las diferencias son en valores numéricos.

En promedio, en todo el período experimental la mejor ganancia individual fue para el tratamiento de con mezcla alfalfa y festuca con una carga animal baja, y la menor ganancia promedio fue para el tratamiento con raigrás y trébol rojo con una alta carga animal.

4.3.2. Producción de peso vivo por hectárea

El cuadro No. 44 presenta la producción de carne expresada como kilogramos de peso vivo por hectárea de pastoreo, así como también la ganancia promedio de peso vivo y la oferta de forraje promedio para el período experimental según tratamiento.

Cuadro No. 44. Ganancia de peso vivo promedio y producción de carne según tratamiento

Tratamiento	Producción de PV (kg/ha)	Ganancia promedio de PV (kg)	OF promedio (kg MS / anim./día)	Eficiencia (kg MS / kg PV)
alfalfa - festuca CA	441	157 B	3.85	10,11
alfalfa - festuca CB	434	198.79 A	4.90	10,24
t. rojo - raigrás CA	356	157.99 B	4.70	10,11
t. rojo - raigrás CB	332	191.24 A	6.25	11,74

Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0.10$)

Los tratamientos con una baja carga animal fueron estadísticamente distintos de aquellos con carga animal alta independientemente de la pastura. En términos productivos la mayor ganancia promedio fue para el tratamiento con pastura de alfalfa con festuca y baja carga registrándose aproximadamente 200 kilogramos de peso vivo. No muy lejos con una ganancia de 191 kilogramos de peso vivo se ubicó el tratamiento también con baja carga animal pero con mezcla

de raigrás y trébol rojo. Para los demás tratamientos y como punto en común la carga animal alta arrojó una ganancia de 157 kilogramos de peso vivo.

Estos resultados tienen una relación directa cuando se le suma la oferta de forraje promedio a la cual fueron sometidos los animales. Partiendo de la misma mezcla y aplica para las dos, cuanto más oferta de forraje mayor es la ganancia registrada y esto puede tener que ver con lo explicado anteriormente sobre la capacidad del animal a seleccionar y proporcionar a sí mismo una dieta de mayor valor nutritivo dada la mayor oferta de forraje disponible.

“El efecto de la carga animal sobre la producción no debe ser considerado en forma aislada, dado que por lo general interactúa fuertemente con otras variables” (White, citado por Escuder, 1996).

Hodgson, citado por Escuder (1996), propone que la carga animal afecta a la calidad del forraje, aunque el efecto relativo depende de cada situación en particular. En el corto plazo la calidad del forraje ofrecido aumenta con la intensidad de pastoreo al disminuir la cantidad de forraje. Sin embargo el efecto de la carga se explica más por una disminución del consumo individual de los animales, que por el efecto depresor que estos pueden tener sobre el crecimiento de las pasturas o el valor nutritivo de la dieta para las condiciones de este trabajo.

La producción de peso vivo, fue mayor con pasturas mezcla de alfalfa con festuca independientemente de la dotación, sobre los tratamientos que tenían como dieta raigrás y trébol rojo. En promedio, la producción animal fue de 438 y 344 kilogramos de peso vivo respectivamente, existiendo una diferencia de 94 kilogramos de peso vivo. La explicación está dada por el forraje desaparecido analizado anteriormente y presentado en el cuadro No. 36, donde sin diferencias estadísticamente significativas, en términos absolutos la tendencia es prácticamente la misma en términos de producción, solo los tratamientos con mezcla de raigrás y trébol rojo se invierten pero están explicados por la utilización presentada en el cuadro No. 40.

Partiendo de igual mezcla forrajera, los tratamientos con mayor dotación por hectárea de pastoreo fueron los más productivos. Según Escuder (1996), el incremento de la carga animal aumenta, en un principio, la producción por hectárea al aumentar la eficiencia de cosecha del forraje, pero esa ventaja debe ser sopesada frente a la reducción de la ganancia por animal.

A medida que la carga animal sigue aumentando, la disminución de las ganancias por animal es de tal magnitud que también comienza a limitar la producción por hectárea (Mott, Heitschmidt y Taylor, citados por Cangiano, 1997).

Mott (1960) dice que un descenso en la cantidad de forraje por animal debido a un aumento de la carga, la producción por animal disminuye pero se ve compensada por el incremento en producción por unidad de área.

En cuanto a la eficiencia fueron muy similares todos los tratamientos, y las ganancias estarían adecuadas dado el forraje consumido, según Cibils et al. (1996) se pueden encontrar valores de 7 a 9 kg de MS de forraje de alta digestibilidad para producir un kg de PV, entre 12 a 15 kg de MS para forraje de digestibilidad media y entre 18 y 22 kg de MS para forrajes de mala digestibilidad.

En la siguiente figura se puede ver el resumen en términos productivos según tratamiento. Se puede ver representada la mayor producción por parte de la mezcla de alfalfa con festuca (t. 3 y t. 4), y la mayor producción de peso vivo de los tratamientos con alta carga animal (t.2 y t.4) con una menor oferta de forraje y menor ganancia media promedio.

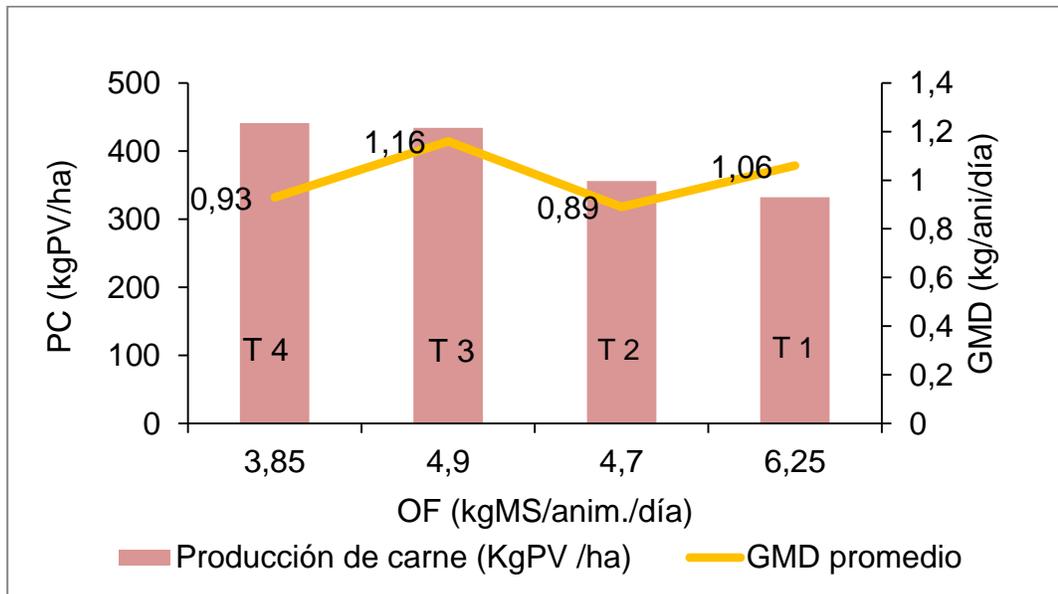


Figura No. 11. Producción de carne expresada en peso vivo y ganancia media diaria en función de la oferta de forraje

Para quien invernara animales en base a pasturas, la relación entre carga y producción es de suma importancia, ya que la reducción en la ganancia por animal puede impedir que alcancen el peso mínimo de faena exigido por el mercado, puede decirse que el mercado fija o establece la carga óptima, estos aspectos resaltan la dificultad de lograr alta producción por animal y por hectárea (Escuder, 1996).

4.4. CONSIDERACIONES FINALES

En términos numéricos y en promedio la mezcla de alfalfa con festuca tuvo una mayor producción de forraje disponible promedio, en producción total la mezcla de alfalfa con festuca fue estadísticamente superior.

Comparado a la serie histórica, fue un año en donde en primavera se registraron menores precipitaciones, sobre todo en el mes de octubre.

En cuanto a la composición botánica de las dos mezclas forrajeras, la relación leguminosa gramínea del disponible fue menor para la mezcla de trébol rojo y raigrás, esto explicado por pérdidas en el stand de plantas, explicado por qué la pastura ya estaba en su segundo año de vida, en ciertas ubicaciones fueron más evidentes como zonas bajas del terreno.

La mayor ganancia media diaria promedio para todo el período experimental fue de 1,16 kilogramos por día sobre una pastura de alfalfa y festuca con baja dotación animal y la menor ganancia media diaria fue de 0.890 kilogramos por día y fue sobre una pastura mezcla de trébol rojo y raigrás con alta carga animal.

La mayor producción de peso vivo por hectárea de pastoreo fue sobre una pastura mezcla de alfalfa y festuca con alta carga animal, llegando a los 441 kilogramos. La menor producción de peso vivo fue de 332 kilogramos por hectárea de pastoreo sobre una pastura de trébol rojo y raigrás con baja carga animal.

5. CONCLUSIONES

Como conclusión se puede afirmar que la mezcla de alfalfa y festuca fue mejor en producción de biomasa total.

Los tratamientos con mezcla de alfalfa y festuca obtuvieron mayor producción de peso vivo por unidad de superficie.

Las mayores ganancias de peso vivo individual promedio fueron sobre las pasturas de festuca y alfalfa, y entre tratamientos con igual mezcla las ganancias fueron mejores con menor carga animal. La diferencia en producción de carne por hectárea en promedio fue de casi 100 kilogramos de peso vivo por hectárea a favor de la mezcla de festuca y alfalfa.

El tratamiento con mezcla de alfalfa y festuca con carga animal baja (T3), fue superior en ganancia individual, ya que existe mayor selección de forraje por los animales.

En cuanto a la composición botánica, tienen mayor calidad las pasturas compuestas por festuca y alfalfa, y las diferencias significativas están dadas por la mayor presencia de leguminosas.

6. RESUMEN

Los objetivos de este trabajo fueron, medir la producción de materia seca para las mezclas forrajeras evaluadas, estas en su segundo año de vida y sometidas a distinta dotación animal, analizar la composición botánica y utilización de la pastura por parte de los animales, y caracterizar la ganancia de peso de los animales según tratamiento. Los tratamientos de este experimento resultan de la combinación de dos mezclas forrajeras y dos cargas animales. Las mezclas utilizadas fueron *Medicago sativa* cv. Chaná con *Festuca arundinacea* cv. Typhoon y *Trifolium pratense* cv. Estanzuela 116 con *Lolium perenne* cv. Horizon, estas sometidas a dos cargas animales, tres y cuatro novillos para la primera, y cuatro y cinco novillos Holando para la segunda. Este trabajo se ejecutó en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC)” de Facultad de Agronomía, ubicada en el departamento de Paysandú, Uruguay. Se usaron los potreros 32b y 35 durante la época invierno primavera, más precisamente del 18/06/2018 hasta el 18/12/2018. Se usó el diseño experimental en bloques completos al azar (DBCA), tiene como unidad experimental la parcela, estas son 16, de aproximadamente 0.45 hectáreas y están dispuestas en 4 bloques, cada parcela dentro del bloque es la repetición de uno de los cuatro tratamientos. El método de pastoreo fue rotativo y el criterio para cambio de bloque fue una intensidad de 5 a 7 centímetros de altura. Los resultados muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas para forraje disponible promedio y producción de forraje promedio, aunque en valores absolutos la mezcla de alfalfa y festuca es media tonelada superior en términos de producción de materia seca. El tratamiento con mayor forraje disponible y mayor producción es el que tiene mezcla de alfalfa y festuca con baja carga animal, de hecho este tratamiento fue el de mayor ganancia de peso vivo promedio, pero no el de mayor producción de peso vivo por hectárea. De esta forma, las ganancias promedio de peso vivo fueron superiores estadísticamente en los tratamientos con baja carga animal independientemente de la pastura, pero en las ganancias de peso vivo por unidad de superficie fueron superiores en los tratamientos con mezcla de alfalfa y festuca.

Palabras clave: Mezclas forrajeras; Producción animal; Producción de carne; Producción de forraje; Carga animal.

7. SUMMARY

The objectives of this work were to measure the production of dry matter for the forage mixtures evaluated, they are in their second year of life and subject to different animal endowments, analyze the botanical composition and use of the pasture by animals, and characterize the weight gain of the animals according to the treatment. The treatments of this experiment result from the combination of two forage mixtures and two animal loads. The mixtures used were *Medicago sativa* cv. Chaná with *Festuca arundinacea* cv. Typhoon and *Trifolium pratense* cv. Estanzuela 116 with *Lolium perenne* cv. Horizon, the se were subjected to two animal loads, three and four steers for the first, and four and five steers Holando for the second. This work was carried out in the Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC)" of the Faculty of Agronomy, located in the department of Paysandú, Uruguay. The pastures 32b and 35 were used during the spring Winter season, more precisely from 06/18/2018 until 12/18/2018. The randomized complete block experimental design (DBCAs) was used, the plot is an experimental unit, these are 16 of approximately 0.45 hectares and are arranged in 4 blocks, each plot with in the block is the repetition of one of the four treatments. The grazing method was rotary and the criterion for block change was an intensity of 5 to 7 centimeters in height. The results show that there are no statistically significant differences for average available fodder and average fodder production, although in absolute values the mixture of alfalfa and fescue is half a ton higher in terms of dry matter production. The treatment with the highest available fodder and production is the one with a mixture of alfalfa and fescue with low animal load, in fact, this treatment was the one with the highest average live weight gain, but not the one with the highest live weight production per hectare. In this way, the average live weight gains were statistically higher in the treatments with low animal load independently of the pasture, but in the live weight gains per unit area they were higher in the treatments with alfalfa and fescue mixture.

Keywords: Forage mixtures; Animal production; Meat production; Forage production; Animal endowment.

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. Albano, E.; Álvarez, G.; Núñez, R. 2010. Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre la productividad estivo-otoñal de una pradera de primer año con agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 114 p.
3. 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.
4. Altier, N. 1996. Impacto en las enfermedades en la producción de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 47-56 (Serie Técnica no. 80).
5. Álvarez, M.; López, I.; Zerbino, J. 2013. Evaluación de dos mezclas forrajeras de segundo año en la producción de forraje y carne en el período invierno-primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 114 p.
6. Ayala, W. 1996. Mejoramientos extensivos en la región Este: manejo y utilización. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 177-182 (Serie Técnica no. 80).
7. Barthram, G. T. 1986. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Alcock, M. M. ed. The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984-85. Edinburgh, HFRO. pp. 29-30.
8. _____; Bolton, G. R.; Elston, D. A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. *Agronomie*. 19 (6):445-456.
9. Brougham, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7 (5):377-387.
10. Brown, D. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Farnham Royal, Bucks, England, Commonwealth Agricultural Bureaux. 223 p.
11. Cangiano, C. 1997. Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. 145 p.

12. _____.; Galli, J. R. 1998. Relación entre la estructura de la pastura y las dimensiones del bocado y sus implicancias en el consumo en bovinos (en línea). Revista Argentina de Producción Animal. 18 (3): 247-261. Consultado 25 oct. 2019. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/93-pastura_bocado_consumo.pdf
13. Campbell, A. G. 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, Cambridge. 67 (2):199-210.
14. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 84-181.
15. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. (en línea). Montevideo, INIA. 47 p. (Serie Técnica no. 19). Consultado 10 set. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2921/1/111219220807114541.pdf>
16. _____. 1999. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
17. _____. 2002. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Reimp. 2007. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 352 p.
18. _____. 2004a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
19. _____. 2004b. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
20. _____. 2007a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
21. _____. 2007b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 357 p.
22. _____. 2008. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
23. _____. 2010a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.

24. _____. 2010b. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
25. Castaño, J. P.; Giménez, A.; Ceroni, M.; Furest, J.; Aunchayna, R.; Bidegain, M. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. Montevideo, Uruguay, INIA 23 p. (Serie Técnica no. 193).
26. Chapman, D. F.; Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plants regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress (17th., 1993, Palmerston North, New Zealand). Proceedings. Palmerston North, New Zealand Grassland Association. pp. 95-104.
27. Cibils, R.; Vaz Martins, D.; Risso, D. 1996. ¿Qué es suplementar? In: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 33-37 (Actividades de Difusión no. 96).
28. Díaz, J. E.; García, J. A.; Rebuffo, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en la Estanzuela. Montevideo, INIA. 12 p. (Serie Técnica no. 71).
29. Durán, A. 1985. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 398 p.
30. Escuder, C. 1996. Manejo de la defoliación. Influencia sobre la cosecha, el consumo y la producción por animal. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. pp. 65-81.
31. Fontes, C.; Umpierrez, M. 2015. Efecto de la dotación sobre la producción de forraje y carne. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 81 p.
32. Formoso, F. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
33. _____. 2000. Manejo de alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
34. _____. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semillas. (en línea). Montevideo, Uruguay, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182). Consultado 05 ene. 2020. Disponible en

<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429081210150440.pdf>

35. Gallo, J.; Godoy, E.; Tneguzzo, M. 2015. Evaluación de 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.
36. García, J. A. 1995. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, Uruguay, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 66).
37. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. (en línea). Montevideo, Uruguay, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133). Consultado 1 ago. 2018. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2878/1/15630191107142500.pdf>
38. García, M.; González, O.; Queheille, F. 2005. Efectos de la fertilización nitrogenada y la intensidad de pastoreo sobre los componentes de la producción de forraje de *Stipa setigera* en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 141 p.
39. Gastal, F.; Lemaire, G.; Lestienne, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilisation. In: Simpósio em Ecofisiologia das Pastagens e Ecologia do Pastejo (2º., 2004, Curitiba). Trabalhos apresentados. s.n.t. s.p.
40. 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.
41. _____. 1978. Defoliation as a determinant of the growth persistence and composition of pasture. In: Wilson, J. R. ed. *Plant relations in pastures*. Melbourne, CSIRO. pp. 67-95.
42. 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.
43. Heitschmidt, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management*. 40:216-223.

44. INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). 2004. Catálogo. (en línea). Montevideo. 9 p. Consultado dic. 2019. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2018/PubForrajasPeriodo2018.pdf
45. _____. 2014. Catálogo de especies forrajas. (en línea). Montevideo. 110 p. Consultado dic. 2019. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2014/PubForrajasPeriodo2014.pdf
46. _____. 2018. Catálogo de especies forrajas. (en línea). Montevideo. 93 p. Consultado dic. 2019. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/gramineasp.htm
47. Kloster, A.; Latimori, N.; Amigone, A.; Ghida Daza, C. 2003. Invernada de alta producción sobre pasturas de alfalfa. (en línea). Marcos Juárez, INTA. 16 p. Consultado jun. 2019. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmpinta_invernada_pasturas_alfalfa13.pdf
48. Langer, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
49. Lemaire, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. *In*: International Symposium on Animal Production under Grazing (1st, 1997, Viçosa). Proceedings. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. pp. 117-144.
50. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2018. Anuario estadístico agropecuario 2018. (en línea). Montevideo. 211 p. Consultado nov. 2019. Disponible en <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2018/Anuario2018.pdf>
51. Millot, J. C.; Carámbula, M.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
52. Montossi, F.; Risso, D. F.; Pigurina, G. 1996. Consideraciones sobre la utilización de pasturas. *In*: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).

53. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606-611.
54. Munro, J. M.; Davies, D. A. 1973. Potencial pasture production in the uplands of Wales. 2. Climatic limitations on productions. *Grass and Forage Science*. 28 (3):161-170.
55. Nabinger, C. 1998. Princípios de manejo e produtividade de pastagens. In: Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos de Corte (3^o., 1998, Canoas, RS, Brasil). Ênfase, manejo e utilização sustentável de pastagens: anais. Canoas, ULBRA. pp. 54-107.
56. Procampo Uruguay, UY. 2011. Ficha técnica del cultivar Ceres Typhoon. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado nov. 2019. Disponible en <https://www.procampouruguay.com/wp-content/uploads/2019/01/Typhoon-hoja-t%C3%A9cnica-2018.pdf>
57. Rebuffo, M. 2000. Adopción de variedades en Uruguay. In: Rebuffo, M.; Risso, D.F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 5-13 (Boletín de Divulgación no. 69).
58. Rovira, J. 2008. Manejo nutricional de los rodeos de cría en pastoreo. Reimp. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 36-61.
59. Santiñaque, F.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. *Investigaciones Agronómicas*. 1:16-21.
60. Schneiter, O. 2005. Mezclas de especies forrajeras templadas. In: Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina). Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. s.p.
61. Scheneiter, J.; 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.
62. Smethan, M. L. 1981. Especies y variedades de leguminosas forrajeras. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 210-270.
63. Soca, P.; Chilibroste, P. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años: aportes desde la EEMAC. *Cangüé*. no. 30:36-44.
64. UdelaR. FA. EEMAC (Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Estación Experimental Mario A. Cassinoni, UY). 2019. Estación

Meteorológica Automática: resumen climatológico del año anterior. (en línea). Paysandú. s.p. Consultado 18 oct. 2019. Disponible en <https://ingbio.paap.cup.edu.uy/~estmet/NOAAPRYR.TX>

65. Viglizzo, E. F. 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 125 p.
66. Zanoniani, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangüé. no. 15:13-17.
67. _____.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M.; Silveira, D. 2006. Producción otoño – invernal del segundo año de raigrás según intensidad de pastoreo. *In*: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos (21^a., 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
68. _____. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica (en línea). Agrociencia (Uruguay). 14 (3):26-30. Consultado 21 nov. 2019. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~agrociencia/index.php/directorio/article/view/395>
69. _____. 2014. Productividad de pasturas sembradas pastoreadas con novillos Holando (en línea). *In*: Jornadas Uruguayas de Buiatría (42^{as}., 2014, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 70-76. Consultado 10 nov. 2019. Disponible en <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/handle/123456789/1982?show=full>
70. _____.; Lattanzi, F. 2017a. Rol de las pasturas cultivadas en sistemas de producción basados en campo natural (en línea). *In*: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur - Grupo Campos (24^a., 2017, Tacuarembó). Actas. Montevideo, INIA. pp. 24-28. Consultado 17 nov. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12171/1/Lattanzi-F.-Grupo-Campo-2017-2.pdf>
71. _____. 2017b. Teórico: características agronómicas de las leguminosas utilizadas en los sistemas de producción. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. 24 p.

9. ANEXOS

Anexo No. 1. Disponibilidad de materia seca en kg/ha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISP. kg. /HA	48	0.26	0.00	34.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5824084.46	14	416006.03	0.81	0.6524
BLOQUE	2197425.90	3	732475.30	1.43	0.2523
TRATAMIENTO	1158108.40	3	386036.13	0.75	0.5289
ESTACIÓN	1517335.13	2	758667.56	1.48	0.2427
TRAT.*ESTACIÓN	951215.04	6	158535.84	0.31	0.9278
Error	16933131.35	33	513125.19		
Total	22757215.81	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=697.28489

Error: 513125.1926 gl: 33

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
ALFALFA-FES. CB	2283.08	12	206.79 A
ALFALFA-FES. CA	2100.08	12	206.79 A
T. ROJO-RAIGRÁS CB	1998.42	12	206.79 A
T. ROJO-RAIGRÁS CA	1856.67	12	206.79 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 2. Altura del forraje disponible

ALTURA DISPONIBLE

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT. DISP.	48	0.51	0.31	33.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1827.63	14	130.54	2.48	0.0161
BLOQUE	347.06	3	115.69	2.19	0.1073
TRATAMIENTO	404.90	3	134.97	2.56	0.0718
ESTACIÓN	1005.50	2	502.75	9.53	0.0005
TRAT.*ESTACIÓN	70.17	6	11.69	0.22	0.9670
Error	1740.19	33	52.73		
Total	3567.81	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=7.06870

Error: 52.7330 gl: 33

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
ALFALFA-FES. CB	25.17	12	2.10 A
ALFALFA-FES. CA	23.33	12	2.10 A
T. ROJO-RAIGRÁS CB	19.08	12	2.10 A
T. ROJO-RAIGRÁS CA	18.17	12	2.10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 3. Forraje remanente

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
REM. kg./HA	48	0.71	0.59	28.99

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.	3273039.67	14	233788.55	5.85	<0.0001
BLOQUE	714916.75	3	238305.58	5.96	0.0023
TRATAMIENTO	311648.42	3	103882.81	2.60	0.0688
ESTACIÓN	2008344.04	2	1004172.02	25.11	<0.0001
TRAT.*ESTACIÓN	238130.46	6	39688.41	0.99	0.4465
Error	1319696.25	33	39990.80		
Total	4592735.92	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=194.66085

Error: 39990.7955 gl: 33

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
ALFALFA-FES. CB	801.50	12	57.73 A
T. ROJO-RAIGRÁS CB	698.58	12	57.73 A B
T. ROJO-RAIGRAS CA	684.67	12	57.73 A B
ALFALFA-FES. CA	574.08	12	57.73 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 4. Altura del forraje remanente

Variable N R² R² Aj CV
ALT. REM. 48 0.73 0.62 23.83

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.	580.29	14	41.45	6.39	<0.0001
BLOQUE	68.23	3	22.74	3.51	0.0260
TRATAMIENTO	27.56	3	9.19	1.42	0.2554
ESTACIÓN	450.88	2	225.44	34.76	<0.0001
TRAT.*ESTACIÓN	33.63	6	5.60	0.86	0.5313
Error	214.02	33	6.49		
Total	794.31	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=2.47896

Error: 6.4855 gl: 33

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
ALFALFA-FES. CB	11.42	12	0.74 A
T. ROJO-RAIGRÁS CA	11.00	12	0.74 A
T. ROJO-RAIGRÁS CB	10.92	12	0.74 A
ALFALFA-FES. CA	9.42	12	0.74 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 5. Composición botánica, gramíneas en el disponible

GRAMÍNEAS DISPONIBLE

Variable N R² R² Aj CV
GRAM. % 48 0.57 0.39 32.37

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.	11438.50	14	817.04	3.16	0.0033
BLOQUE	6631.08	3	2210.36	8.54	0.0002
TRATAMIENTO	2815.75	3	938.58	3.62	0.0230
ESTACIÓN	686.54	2	343.27	1.33	0.2794
TRAT.*ESTACIÓN	1305.13	6	217.52	0.84	0.5482
Error	8545.42	33	258.95		
Total	19983.92	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=15.66420

Error: 258.9520 gl: 33

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T. ROJO-RAIGRÁS CB	58.92	12	4.65 A
T. ROJO-RAIGRÁS CA	52.67	12	4.65 A B
ALFALFA-FES. CB	49.42	12	4.65 A B
ALFALFA-FES. CA	37.83	12	4.65 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 6. Composición botánica, leguminosas en el disponible

LEGUMINOSAS DISPONIBLE

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
LEG. %	48	0.37	0.11	54.73

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.	8412.79	14	600.91	1.40	0.2064
BLOQUE	772.23	3	257.41	0.60	0.6190
TRATAMIENTO	5557.90	3	1852.63	4.33	0.0112
ESTACIÓN	219.88	2	109.94	0.26	0.7752
TRAT.*ESTACIÓN	1862.79	6	310.47	0.72	0.6327
Error	14134.52	33	428.32		
Total	22547.31	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=20.14569

Error: 428.3188 gl: 33

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
ALFALFA-FES. CA	50.92	12	5.97 A
ALFALFA-FES. CB	45.67	12	5.97 A B
T. ROJO-RAIGRÁS CA	29.58	12	5.97 B C
T. ROJO-RAIGRÁS CB	25.08	12	5.97 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 7. Composición botánica, malezas en el disponible

MALEZAS DISPONIBLE

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
MALEZA%	48	0.24	0.00	80.49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3744.50	14	267.46	0.73	0.7259
BLOQUE	1259.08	3	419.69	1.15	0.3425
TRATAMIENTO	1373.42	3	457.81	1.26	0.3050
ESTACIÓN	615.29	2	307.65	0.84	0.4387
TRAT.*ESTACIÓN	496.71	6	82.78	0.23	0.9649
Error	12017.42	33	364.16		
Total	15761.92	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=18.57578

Error: 364.1641 gl: 33

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T. ROJO-RAIGRÁS CA	30.83	12	5.51 A
T. ROJO-RAIGRÁS CB	26.50	12	5.51 A
ALFALFA-FES. CB	20.58	12	5.51 A
ALFALFA-FES. CA	16.92	12	5.51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)**Anexo No. 8. Composición botánica, restos secos en el disponible****RESTOS SECOS DISPONIBLE**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RS %	48	0.39	0.13	106.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1583.00	14	113.07	1.50	0.1662
BLOQUE	73.75	3	24.58	0.33	0.8067
TRATAMIENTO	512.92	3	170.97	2.27	0.0991
ESTACIÓN	728.00	2	364.00	4.82	0.0145
TRAT.*ESTACIÓN	268.33	6	44.72	0.59	0.7338
Error	2490.25	33	75.46		
Total	4073.25	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=8.45596

Error: 75.4621 gl: 33

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T. ROJO-RAIGRÁS CB	12.58	12	2.51 A
T. ROJO-RAIGRÁS CA	9.92	12	2.51 A
ALFALFA-FES. CB	5.25	12	2.51 A
ALFALFA-FES. CA	4.75	12	2.51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)**Anexo No. 9. Composición botánica, gramíneas en el remanente****GRAMÍNEAS REMANENTE**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRAM. %	48	0.54	0.34	31.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13488.60	14	963.47	2.72	0.0090
BLOQUE	5688.48	3	1896.16	5.35	0.0041
TRATAMIENTO	97.05	3	32.35	0.09	0.9643
ESTACIÓN	7266.68	2	3633.34	10.25	0.0003
TRAT.*ESTACIÓN	436.39	6	72.73	0.21	0.9727
Error	11692.40	33	354.32		
Total	25181.00	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=18.32287

Error: 354.3151 gl: 33

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T. ROJO-RAIGRÁS CA	61.34	12	5.43 A
T. ROJO-RAIGRÁS CB	59.52	12	5.43 A
ALFALFA-FES. CB	59.12	12	5.43 A
ALFALFA-FES. CA	57.34	12	5.43 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)**Anexo No. 10. Composición botánica, leguminosas en el remanente****LEGUMINOSAS REMANENTE**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LEG. %	48	0.52	0.32	53.70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7022.27	14	501.59	2.58	0.0125
BLOQUE	2342.03	3	780.68	4.02	0.0153
TRATAMIENTO	2552.92	3	850.97	4.38	0.0106
ESTACIÓN	1221.86	2	610.93	3.15	0.0562
TRAT.*ESTACIÓN	905.46	6	150.91	0.78	0.5937
Error	6408.47	33	194.20		
Total	13430.74	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=13.56497

Error: 194.1961 gl: 33

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
ALFALFA-FES. CA	33.59	12	4.02 A
ALFALFA-FES. CB	31.44	12	4.02 A
T. ROJO-RAIGRÁS CA	23.75	12	4.02 A B
T. ROJO-RAIGRÁS CB	15.02	12	4.02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)**Anexo No. 11. Composición botánica, malezas en el remanente****MALEZAS REMANENTE**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MALEZA%	48	0.35	0.07	82.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3849.12	14	274.94	1.25	0.2903
BLOQUE	1194.98	3	398.33	1.81	0.1651
TRATAMIENTO	1049.07	3	349.69	1.59	0.2112
ESTACIÓN	421.75	2	210.87	0.96	0.3945
TRAT.*ESTACIÓN	1183.32	6	197.22	0.89	0.5102
Error	7273.60	33	220.41		
Total	11122.72	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=14.45162

Error: 220.4122 gl: 33

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T. ROJO-RAIGRÁS CB	25.66	12	4.29 A
T. ROJO-RAIGRÁS CA	17.35	12	4.29 A
ALFALFA-FES. CA	14.89	12	4.29 A
ALFALFA-FES. CB	13.67	12	4.29 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 12. Composición botánica, restos secos en el remanente

RESTOS SECOS REMANENTE

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
RS %	48	0.51	0.30	68.18

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.	2835.37	14	202.53	2.43	0.0180
BLOQUE	673.81	3	224.60	2.69	0.0619
TRATAMIENTO	266.08	3	88.69	1.06	0.3777
ESTACIÓN	970.76	2	485.38	5.82	0.0068
TRAT.*ESTACIÓN	924.73	6	154.12	1.85	0.1198
Error	2751.09	33	83.37		
Total	5586.46	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=8.88779

Error: 83.3663 gl: 33

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T. ROJO-RAIGRÁS CB	17.33	12	2.64 A
T. ROJO-RAIGRÁS CA	12.84	12	2.64 A
ALFALFA-FES. CA	12.24	12	2.64 A
ALFALFA-FES. CB	11.15	12	2.64 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 13. Tasa de crecimiento

TASA DE CRECIMIENTO

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
T CREC.	48	0.40	0.15	45.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5218.79	14	372.77	1.57	0.1393
BLOQUE	672.73	3	224.24	0.95	0.4290
TRATAMIENTO	660.40	3	220.13	0.93	0.4372
ESTACIÓN	3474.88	2	1737.44	7.34	0.0023
TRAT.*ESTACIÓN	410.79	6	68.47	0.29	0.9379
Error	7812.02	33	236.73		
Total	13030.81	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=14.97695

Error: 236.7279 gl: 33

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
ALFALFA-FES. CA	37.92	12	4.44 A
ALFALFA-FES. CB	37.58	12	4.44 A
T. ROJO-RAIGRÁS CB	30.92	12	4.44 A
T. ROJO-RAIGRÁS CA	29.83	12	4.44 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)**Anexo No. 14. Crecimiento de forraje****CRECIMIENTO PROMEDIO**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CREC. AJUS.	48	0.32	0.02	53.15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15630454.29	14	1116461.02	1.08	0.4050
BLOQUE	3178075.56	3	1059358.52	1.03	0.3923
TRATAMIENTO	2380128.73	3	793376.24	0.77	0.5186
ESTACIÓN	8373228.67	2	4186614.33	4.07	0.0264
TRAT.*ESTACIÓN	1699021.33	6	283170.22	0.28	0.9447
Error	33966580.19	33	1029290.31		
Total	49597034.48	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=987.56917

Error: 1029290.3087 gl: 33

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
ALFALFA-FES. CB	2132.58	12	292.87 A
ALFALFA-FES. CA	2120.25	12	292.87 A
T. ROJO-RAIGRÁS CB	1757.42	12	292.87 A
T. ROJO-RAIGRÁS CA	1624.83	12	292.87 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

CRECIMIENTO TOTAL

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
CREC. AJUS.	160.99	0.98	2.00	

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.	8292966.38	6	1382161.06	121.34	<0.0001
TRATAMIENTO	6466588.19	3	2155529.40	189.23	<0.0001
BLOQUE	1826378.19	3	608792.73	53.45	<0.0001
Error	102518.06	9	11390.90		
Total	8395484.44	15			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=200.70961

Error: 11390.8958 gl: 9

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
ALFALFA-FES CA	5969.00	4	53.36 A
ALFALFA-FES CB	5909.75	4	53.36 A
T. ROJO-RAIGRAS CB	4989.75	4	53.36 B
T. ROJO-RAIGRAS CA	4460.25	4	53.36 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 15. Forraje desaparecido

FORRAJE DESAPARECIDO

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
DES. kg./HA	48	0.21	0.00	48.96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3933778.51	14	280984.18	0.61	0.8356
BLOQUE	1478667.49	3	492889.16	1.07	0.3736
TRATAMIENTO	948666.40	3	316222.13	0.69	0.5653
ESTACIÓN	52380.94	2	26190.47	0.06	0.9446
TRAT.*ESTACIÓN	1454063.68	6	242343.95	0.53	0.7830
Error	15148582.28	33	459047.95		
Total	19082360.79	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=659.51945

Error: 459047.9479 gl: 33

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
ALFALFA-FES. CA	1553.69	12	195.59 A
ALFALFA-FES. CB	1481.70	12	195.59 A
T. ROJO-RAIGRÁS CB	1299.96	12	195.59 A
T. ROJO-RAIGRÁS CA	1200.55	12	195.59 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)**Anexo No. 16. Utilización del forraje****% UTILIZACIÓN**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% UTIL.	48	0.57	0.38	21.42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8508.52	14	607.75	3.08	0.0039
BLOQUE	2174.59	3	724.86	3.68	0.0218
TRATAMIENTO	923.91	3	307.97	1.56	0.2172
ESTACIÓN	4263.60	2	2131.80	10.81	0.0002
TRAT.*ESTACIÓN	1146.41	6	191.07	0.97	0.4614
Error	6508.78	33	197.24		
Total	15017.29	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=13.67072

Error: 197.2356 gl: 33

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
ALFALFA-FES. CA	73.14	12	4.05 A
T. ROJO-RAIGRÁS CA	63.47	12	4.05 A
T. ROJO-RAIGRÁS CB	62.90	12	4.05 A
ALFALFA-FES. CB	62.71	12	4.05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 17. Suelo desnudo en el forraje disponible

% SUELO DESNUDO DISPONIBLE

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% SD	48	0.37	0.10	75.52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	667.83	14	47.70	1.36	0.2256
TRATAMIENTO	211.17	3	70.39	2.01	0.1314
BLOQUE	212.67	3	70.89	2.03	0.1294
ESTACIÓN	100.54	2	50.27	1.44	0.2522
TRAT.*ESTACIÓN	143.46	6	23.91	0.68	0.6643
Error	1154.83	33	34.99		
Total	1822.67	47			

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=5.75839

Error: 34.9949 gl: 33

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T. ROJO-RAIGRÁS CA	9.58	12	1.71 A
T. ROJO-RAIGRÁS CB	8.83	12	1.71 A
ALFALFA-FES. CA	8.67	12	1.71 A
ALFALFA-FES. CB	4.25	12	1.71 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 18. Suelo desnudo en el forraje remanente

% SUELO DESNUDO REMANENTE

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%sd	48	0.36	0.09	67.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1230.46	14	87.89	1.32	0.2479
TRATAMIENTO	195.56	3	65.19	0.98	0.4143
BLOQUE	854.73	3	284.91	4.28	0.0117
ESTACIÓN	17.79	2	8.90	0.13	0.8754
TRAT.*ESTACIÓN	162.38	6	27.06	0.41	0.8693
Error	2196.52	33	66.56		

Total 3426.98 47

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=7.94162

Error: 66.5612 gl: 33

<u>TRATAMIENTO</u>		<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
ALFALFA-FES. CA		13.58	12	2.36 A
T. ROJO-RAIGRÁS CB		13.33	12	2.36 A
T. ROJO-RAIGRÁS CA		12.58	12	2.36 A
ALFALFA-FES. CB		8.58	12	2.36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 19. Ganancia media diaria invernal-primaveral

GMD GP1

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
GP1	16	0.60	0.45	18.53

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>	<u>Coef.</u>
Modelo.	0.57	4	0.14	4.05	0.0294	
TRATAMIENTOS	0.57	3	0.19	5.36	0.0161	
Peso (Kg) INICIO	0.03	1	0.03	0.84	0.3798	4.7E-04
Error	0.39	11	0.04			
Total	0.96	15				

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=0.34885

Error: 0.0352 gl: 11

<u>TRATAMIENTOS</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
TR-R CB	1.35	3	0.11 A
ALF.-F CB	1.03	4	0.10 A B
TR-R CA	1.02	4	0.10 A B
ALF.-F CA	0.79	5	0.08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 20. Ganancia media diaria primaveral

GMD GP2

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
GP2	16	0.89	0.85	8.33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo.	0.60	4	0.15	21.69	<0.0001	
TRATAMIENTOS	0.58	3	0.19	27.98	<0.0001	
Peso (kg) INICIO	0.13	1	0.13	18.15	0.0013	-9.8E-04
Error	0.08	11	0.01			
Total	0.68	15				

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=0.15474

Error: 0.0069 gl: 11

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

ALF.-F CB	1.28	4	0.04	A
ALF.-F CA	1.06	5	0.04	B
TR-R CB	0.82	3	0.05	C
TR-R CA	0.77	4	0.04	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)**Anexo No. 21. Ganancia media diaria promedio****GMD PROMEDIO**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GMD	16	0.74	0.65	7.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo.	0.19	4	0.05	7.86	0.0030	
TRATAMIENTOS	0.19	3	0.06	10.21	0.0016	
Peso (Kg) INICIO	0.02	1	0.02	2.82	0.1210	-3.6E-04
Error	0.07	11	0.01			
Total	0.26	15				

Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=0.14551

Error: 0.0061 gl: 11

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

ALF.-F CB	1.16	4	0.04	A
TR-R CB	1.06	3	0.05	A B
ALF.-F CA	0.93	5	0.04	B C
TR-R CA	0.89	4	0.04	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)

Anexo No. 22. Ganancia de peso promedio por animal en todo el período

Ganancia del período

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
kg totales...	16	0.67	0.56	9.19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo.	5829.27	4	1457.32	5.69	0.0099	
TRATAMIENTOS	5767.84	3	1922.61	7.50	0.0052	
Peso (kg) INICIO...	193.13	1	193.13	0.75	0.4038	-0.04
Error	2818.48	11	256.23			
Total	8647.75	15				

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=29.76315

Error: 256.2256 gl: 118

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

ALF.-F CB	198.79	4	8.14	A
TR-R CB	191.24	3	9.33	A
TR-R CA	157.99	4	8.13	B
ALF.-F CA	157.03	5	7.20	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.10$)