

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y CARNE DE DOS MEZCLAS
FORRAJERAS DE DIFERENTE PERENNIDAD EN SU PRIMER AÑO DE
VIDA

por

Tomás MAGARIÑOS AROCENA

Agustín POUSO GARCÍA DA ROSA

Alejandro PUCHIELE ROMERO

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2019

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. MSc. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Felipe Casalás

Fecha:

8 de agosto de 2019

Autores:

Tomás Magariños Arocena

Agustín Pouso García Da Rosa

Alejandro Puchiele Romero

AGRADECIMIENTOS

A nuestro tutor de tesis Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani, por darnos la posibilidad de realizarla, por la información brindada durante el transcurso de la misma y la disposición a lo largo de dicho trabajo

A la Facultad de Agronomía por la oportunidad de hacer la carrera y a Sully Toledo por la atención brindada en el intervalo del trabajo.

Y en especial a nuestras familias y amigos por el apoyo brindado a lo largo de nuestra carrera.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES COMPONENTES DE LA MEZCLA.....	2
2.1.1. <i>Festuca arundinacea</i>	2
2.1.2. <i>Medicago sativa</i>	4
2.1.3. <i>Lolium perenne</i>	6
2.1.4. <i>Trifolium pratense</i>	8
2.2. IMPLANTACIÓN.....	10
2.2.1. Pautas para el manejo inicial de pastoreo.....	11
2.3. DINÁMICA DEL CRECIMIENTO.....	12
2.3.1. <u>Gramíneas</u>	12
2.3.2. <u>Leguminosas</u>	12
2.4. MEZCLAS FORRAJERAS.....	12
2.4.1. <u>Tipos de mezclas</u>	13
2.5. EFECTO DEL PASTOREO.....	14
2.5.1. <u>Introducción</u>	14
2.5.2. <u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	15
2.5.2.1. Intensidad.....	15
2.5.2.2. Frecuencia.....	16
2.5.3. <u>Efectos sobre las especies que componen la mezcla y su producción</u>	17
2.5.4. <u>Efecto sobre la fisiología de las plantas</u>	18
2.5.4.1. Efecto sobre el rebrote.....	19
2.5.4.2. Efecto sobre las raíces.....	19
2.5.4.3. Efecto sobre la utilización de forraje.....	20

2.5.4.4. Efecto sobre la composición botánica	21
2.5.4.5. Efecto sobre la calidad.....	22
2.5.4.6. Efecto sobre la persistencia	23
2.5.5. <u>Efecto sobre el desempeño animal</u>	24
2.5.6. <u>Datos de producción de forraje en trabajos anteriores</u>	25
2.6. PRODUCCIÓN ANIMAL.....	26
2.6.1. <u>Aspectos generales de la producción animal en pastoreo</u>	26
2.6.2. <u>Datos de trabajos anteriores</u>	27
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	29
3.3. CONDICIONES EXPERIMENTALES	29
3.3.1. <u>Lugar y período experimental</u>	29
3.3.2. <u>Descripción del sitio experimental</u>	29
3.3.3. <u>Condiciones meteorológicas</u>	30
3.3.4. <u>Antecedentes del área experimental</u>	30
3.3.5. <u>Tratamientos</u>	30
3.3.6. <u>Diseño experimental</u>	31
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	31
3.4.1. <u>Variables analizadas</u>	32
3.4.1.1. Forraje disponible y remanente de materia seca.....	32
3.4.1.2. Altura del forraje disponible y remanente	32
3.4.1.3. Producción de forraje	33
3.4.1.4. Forraje desaparecido.....	33
3.4.1.5. Porcentaje de utilización.....	33
3.4.1.6. Tasa de crecimiento	33
3.4.1.7. Composición botánica	33
3.4.1.8. Suelo descubierto.....	34
3.4.1.9. Peso de los animales.....	34
3.4.1.10. Ganancia de peso medio diario.....	34
3.4.1.11. Producción de peso vivo por hectárea	34

3.5. HIPÓTESIS.....	34
3.5.1. <u>Hipótesis biológica</u>	34
3.5.2. <u>Hipótesis estadística</u>	34
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	35
3.6.1. <u>Modelo estadístico</u>	35
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	36
4.1. DATOS METEOROLÓGICOS.....	36
4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE.....	38
4.2.1. <u>Forraje disponible</u>	38
4.2.2. <u>Forraje remanente</u>	40
4.2.3. <u>Evolución de la materia seca disponible y remanente</u>	42
4.2.4. <u>Materia seca desaparecida</u>	43
4.2.6. <u>Porcentaje de utilización</u>	45
4.2.5. <u>Tasa de crecimiento</u>	46
4.2.6. <u>Crecimiento ajustado</u>	47
4.2.7. <u>Composición botánica</u>	48
4.2.8. <u>Suelo descubierto</u>	50
4.3. PRODUCCIÓN ANIMAL.....	51
4.3.1. <u>Ganancia individual</u>	52
4.3.2. <u>Producción de peso vivo por animal y por hectárea</u>	53
4.4. CONSIDERACIONES FINALES.....	54
6. <u>CONCLUSIONES</u>	56
7. <u>RESUMEN</u>	57
8. <u>SUMMARY</u>	58
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	59
10. <u>ANEXOS</u>	67

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Ganancia individual, por hectárea y asignaciones de trabajos anteriores.	27
2. Forraje disponible promedio (kg de MS/ha) según tratamiento.....	38
3. Altura (cm) de forraje disponible según tratamiento	39
4. Forraje remanente promedio (kg de MS/ha) según tratamiento.....	41
5. Altura (cm) de forraje remanente según tratamiento	42
6. Forraje desaparecido según tratamiento.....	44
7. Porcentaje de forraje desaparecido según tratamiento.....	45
8. Tasa de crecimiento (kg MS/ha/día) promedio de cada tratamiento.....	46
9. Producción de forraje en el período analizado (kg MS/ha).....	47
10. Composición botánica del disponible expresado en porcentaje.....	48
11. Composición botánica del remanente expresado en porcentaje.....	48
12. Composición botánica del forraje disponible en materia seca.....	49
13. Composición botánica del forraje remanente en materia seca.....	50
14. Suelo descubierto promedio del disponible y remanente en porcentaje	50
15. Peso vivo y carga	51
16. Asignación diaria de forraje, carga y disponible.....	52
17. Ganancia media diaria (kg/día)	52
18. Producción y ganancia por animal	53

Figura No.

1. Disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental.....	31
2. Comparación mensual de precipitaciones entre el año 2017 y la serie histórica 2002-2014.	36
3. Comparación mensual del promedio de temperaturas para el año 2017 y la serie histórica 2002-2004.....	37
4. Evolución de la materia seca para ambos tratamientos.....	43

1. INTRODUCCIÓN

A comienzos del siglo XXI, una serie de cambios como la expansión de la agricultura a los campos más fértiles y el crecimiento sostenido de la forestación hicieron que la superficie destinada a la ganadería disminuyera. Como consecuencia de esto, la ganadería fue relegada a los campos más marginales y para mantener o aumentar los niveles de producción históricos, se debía intensificar.

La ganadería, a pesar de seguir siendo dominada por el campo natural, tuvo un fuerte incremento en el uso de mejoramientos, pasturas sembradas y verdeos como forma de aumentar la producción anual de forraje en cantidad y calidad. Prueba de la mencionada intensificación es la disminución de la superficie ganadera en el período 2000-2011 de 10.148.000 a 6.467.000 há, pasando de ocupar el 62 al 40 % de la superficie útil. Mientras tanto la faena anual de reses tuvo una evolución positiva, aumentando en el mismo período unas 500 mil reses aproximadamente (Montes Narbono, 2016). A su vez, la superficie agrícola y la forestación pasaron de ocupar el 14 al 30 % y del 6 al 15 % respectivamente (MGAP. DIEA, 2017).

Una forma de poder cumplir que los niveles productivos se mantengan o sigan aumentando es incluir nuevas alternativas forrajeras. Es muy común en los sistemas pastoriles uruguayos el uso de alternativas para pasturas sembradas. Existen variantes tales como las pasturas mixtas de gramíneas y leguminosas (praderas convencionales), leguminosas puras (bancos de proteína) y gramíneas puras (con agregado de nitrógeno). La más usadas en el país son las mixtas, que buscan obtener los máximos rendimientos de materia seca por hectárea con una producción más estable, buscando explotar los beneficios que tienen gramíneas y leguminosas para la producción animal (Carámbula, 2010).

El presente trabajo tiene dos objetivos: evaluar la producción de forraje invierno-primaveral y composición botánica de dos mezclas forrajeras en su primer año de vida. La primera mezcla está compuesta por: *Lolium perenne* cv. Horizon y *Trifolium pratense* cv. E116, mientras que la segunda por *Medicago sativa* cv. Chaná y *Festuca arundinacea* cv. Thyphoon. A su vez se busca determinar la producción animal de carne individual y por hectárea.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES COMPONENTES DE LA MEZCLA

2.1.1. Festuca arundinacea

Gramínea de hábito de vida perenne, ciclo invernal, y hábito de crecimiento de cespitosa a rizomatosa. A pesar de crecer mejor en suelos medios y pesados con humedad, se adapta a un amplio rango de suelos, ya que es capaz de tolerar suelos ácidos o alcalinos y tiene buena resistencia a la sequía. Tiene buena precocidad otoñal, con rápido rebrote de fines de invierno y floración temprana (setiembre-octubre), siendo apropiada para pastoreo invernal diferido. Su persistencia es buena, dependiendo fundamentalmente de que se le permita un buen desarrollo radicular desde fines de invierno y primavera a verano, ya que es muy sensible a la falta de agua en esta época (Carámbula, 2010). En esta época, reduce el ingreso de malezas y gramíneas estivales (García, citado por De Souza y Presno, 2013). Es una gramínea de lenta implantación, siendo vulnerable a la competencia por otras especies. Debido a la baja producción en su primer año de vida, se debe realizar un manejo apropiado para lograr una buena persistencia (Langer, 1891). Una de las desventajas de ésta gramínea es que puede poseer altas cantidades del hongo endófito *Acremonium coenophialium* que es capaz de provocar festucosis (Carámbula, 2010).

La festuca puede tener la presencia de un hongo endófito (*Neotyphodium coenophialum*), con el cual establece una relación de mutualismo. El mismo produce dentro de la planta una serie de alcaloides, dentro de estos peramina y lolina son benéficos, confiriéndole a la planta mayor tolerancia a la sequía, mayor tolerancia a insectos y nematodos, aumenta el macollaje, y por tanto la persistencia y el rendimiento potencial. A su vez produce ergovalina y lolitren B que son nocivos para los animales y son causantes de los problemas de toxicidad conocidos como festucosis (Ayala et al., 2010).

Su densidad de siembra es de 10-15 y de 9-12 kg/há en cultivos puros y mezclas respectivamente. Es una de las especies que más sufren en siembras consociadas a cereales y muy dominadas en caso de sembrarse junto a especies anuales de rápido crecimiento (Cowan, citado por Carámbula, 2010).

La festuca tiene su mayor tasa de macollaje durante la etapa vegetativa en las estaciones de otoño y en el invierno logra los máximos valores, entre la primavera y el verano las tasas disminuyen considerablemente. Sin embargo, Presenta un activo crecimiento en verano, gracias a ser una gramínea perenne, permitiéndole tener una buena resistencia a sequías permaneciendo verde en veranos secos (Langer, 1981). Dicha especie y las gramíneas forrajeras en general, pierden valor en calidad y productividad a medida que avanzan a estados más avanzados (Formoso, 1996).

Langer (1891), recomienda que si el manejo del pastoreo es muy intenso sobre todo en los meses de verano, se puede ver perjudicada tanto la producción como la persistencia futura. Si el manejo es para pastoreo, se debe evitar el encañado, ya que cuando comienza éste, la formación de macollas y el desarrollo de las raíces se detiene, debilitando las futuras plantas. Por lo tanto, pastoreos intensos y frecuentes permiten aprovechar el forraje previo a que se endurezca y en los momentos donde la pastura tiene mayor digestibilidad y apetecibilidad.

La especie puede soportar los manejos mencionados, ya que tiene sustancias de reservas que se encuentran en los rizomas cortos y en las raíces, los cuales conforman las maciegas que presentan remanentes de área foliar que quedan luego del pastoreo. Sin embargo, manejos intensos por un prolongado tiempo pueden llegar a comprometer el crecimiento, la persistencia y la productividad de la especie, ya que no presentan órganos especializados para acumular reservas (Carámbula, 2007a).

Festuca arundinacea, es una planta utilizada principalmente para pastoreos, y que debe ser utilizada de manera que no se endurezca, ya que si llega a esto el animal la rechaza, especialmente por su falta de terneza y apetecibilidad (Carámbula, 2002a). Su baja palatabilidad en estado reproductivo exige un manejo estricto de los pastoreos ya que se transforma rápidamente de un forraje tierno y nutritivo a tosco y despreciable. Para ello se recomienda pastorearlo con alturas no mayores a 10-15 cm a remanentes de 5 a 7 cm. El manejo exitoso depende de que sea pastoreada cuando la pastura tiene una altura de alrededor de 10 cm (Langer, 1981).

El primer año es fundamental para la persistencia futura de la pastura, ya que no tiene resiembra natural. Se debe tratar de reducir las pérdidas de plantas, principalmente en la estación de verano, ya que es una especie que no tiene reposo estival ni tampoco es capaz de acumular reservas en grandes cantidades. Por lo tanto, desde fines del invierno se tiene que promover el desarrollo de un sistema radicular para lograr una buena productividad y persistencia, evitando pastoreos excesivos que le permitirán a la planta subsistir el verano, gracias al buen desarrollo radicular generado en las estaciones previas, permitiéndoles extraer agua de los horizontes más profundos (Carámbula, 2007a).

En cuanto a los cultivares de festuca, existen dos grandes grupos, las mediterráneas o continental. Los primeros tienen un excelente potencial de crecimiento en invierno-primavera, con un precoz rebrote primaveral, pero presentan reposo estival, de manera que no producen forraje en verano. Su hábito de crecimiento es erecto, y presentan hoja más fina que el segundo grupo. Los segundos tienen la gran capacidad de crecer en todas las estaciones del año. Tienen un hábito de crecimiento indeterminado, y por lo general las hojas son más anchas que las de tipo mediterráneo, concentran la

producción entre las estaciones de primavera-verano, con rendimientos de forraje un 20% superior al grupo anterior.

El cultivar de festuca *Thypoos* fue el utilizado durante el experimento. Originaria de Nueva Zelanda y perteneciente al grupo de las de tipo continental, se caracteriza por tener mayor proporción de macollos, con una alta relación de lámina en relación a la vaina, determinando una mayor calidad de forraje consumido por los animales en pastoreo. Es de porte erecto, y le permite convivir en mezcla con leguminosas. Tiene una muy buena capacidad de macollaje, permitiéndole persistir en las condiciones de Uruguay, principalmente en el norte. Su floración es temprana, aproximadamente 5 días previos al cultivar *Tacuabé*. Fue seleccionada por calidad de forraje, por poseer una apropiada persistencia y por tener una buena sanidad (Procampo, 2018).

2.1.2. *Medicago sativa*

Leguminosa de hábito de vida perenne, ciclo estival y hábito de crecimiento erecto. Requiere suelos fértiles, profundos, bien drenados y con altos niveles de fósforo (Carámbula, 2010.) No tolera suelos ácidos, siendo su óptimo pH entre 6,0 y 6,5 (Sinclair et al., McLean y Brown, citados por Morón, 2000). De ser sembrado en las condiciones mencionadas anteriormente la raíz tendería a crecer hacia los costados, y no en profundidad. De ésta manera, se verá afectada la producción futura (Langer, 1891).

Las condiciones de pH en el cual se encuentre la alfalfa es muy importante, ya que afecta el crecimiento de la especie, principalmente afectando la fijación simbiótica de nitrógeno y la disponibilidad de nutrientes esenciales, como lo son el fósforo, potasio y azufre, entre otros. Deficiencias de dichos elementos pueden generar limitantes en la producción de la alfalfa (Barnes y Sheaffer, 1995).

En condiciones ideales, la raíz de la alfalfa crece en profundidad gracias a la raíz pivotante que se orienta perpendicular al suelo. Puede alcanzar los 8 a 10 metros de profundidad, permitiendo llegar a las napas más profundas (Carámbula, 1977). Las raíces fibrosas que proliferan en los primeros 20 cm de suelo son las que tiene la mayoría de los nódulos (Barnes y Sheaffer, 1995).

Langer (1981), asevera que el momento de la defoliación de la alfalfa es clave para el desempeño futuro de dicha especie. La misma debe establecer un sistema radicular profundo, el cual le permite ser resistente a momentos donde hay falta de agua. Cuando es defoliada, pierde los puntos de crecimiento (altos) de los tallos. Sin embargo, la actividad de las yemas persigue un patrón constante, por lo que el crecimiento activo de tallos nuevos empieza cuando el cultivo alcanza el estado de madurez, generalmente es en la aparición de las flores. Además, manifiesta que cuando la planta logra el comienzo de la floración, es el momento donde producirá el mayor rendimiento de

materia seca. Puede ser dañada con facilidad, por el corte o pastoreos con demasiadas frecuencias, en estados jóvenes inmaduro por lo que es de gran importancia, cuidar los momentos que la planta es susceptible para poder permitir una buena persistencia de la pastura.

La frecuencia de pastoreo para optimizar a esta especie es de, 30 a 35 cm y una intensidad de 3 a 5 cm de altura o también se puede manejar sobre un 10 % de floración como criterio para ingreso a pastorear, de manera que se logre acumular la mayor cantidad de carbohidratos en la corona para posteriores rebrotes (Formoso, 2000). Lo dicho anteriormente coincide con el manejo planteado por Carámbula (2007a), de que la alfalfa se adapta perfectamente al pastoreo rotativo con el cual se favorece una acumulación eficiente se reservas en la corona.

Medicago sativa, expresa mejor su comportamiento frente a cortes o pastoreos que se realizan de forma poco frecuente, de ésta forma la planta puede administrar los nutrientes de una mejor manera asegurando una futura persistencia de la planta asociado a buenos rendimientos. El crecimiento luego de una defoliación es dependiente de las reservas de nitrógeno que presente la raíz, la cual es determinante en el nuevo crecimiento basándose en el pool de proteínas de almacenamiento vegetativo (Frame, 1996). A su vez Langer (1981), aseguró que debe ser pastoreada de forma intensa (hasta suelo descubierto) a principios de la floración, estimulando la recuperación inmediata e impidiendo la invasión de malezas que afectan negativamente a la persistencia.

Es una especie que posee muy buen vigor inicial, y gran potencial de producción a partir de la primavera hasta el otoño. Tanto su valor nutritivo como su capacidad de fijar nitrógeno son muy altos. Tiene buen comportamiento tanto para su henificación como para siembras consociadas, siendo compatible con gramíneas anuales y perennes. No se implanta en siembras en cobertura. Es muy susceptible a plagas y enfermedades (con diferencias entre cultivares) y provoca un grado elevado de meteorismo en etapas previas a la floración. No tiene resiembra natural (Carámbula, 2010).

Rebuffo (2001), reporta alto potencial de producción primavero-estival, más allá de la latencia que presente el cultivar, siendo una característica determinante para la producción otoño-invernal. Hay variaciones en cuanto a la producción según la latencia, los cultivares sin latencia producen 16-20% y los que tienen latencia 6-10% de la producción total en las estaciones de otoño-invierno.

La mayor parte de su producción la realiza en primavera, explicado por las adecuadas temperaturas y la buena disponibilidad de agua que presenta la estación, favoreciendo el crecimiento de las plantas. Sin embargo, el comportamiento se hace más variable a medida que llega el verano, donde la alfalfa se hace más dependiente de la profundidad a la cual llegan sus raíces, además del reservorio de agua que presenta el

suelo. Durante el otoño la producción baja en gran medida. En esta estación es importante el manejo que hay que realizar para mantener tanto su persistencia como productividad (Carámbula, 2002a).

Según Carámbula (2002a), la alfalfa tiene un amplio rango de fechas de siembra, explicado por la capacidad de germinación con un extenso rango de temperaturas, entre 5 y 35 °C, por lo que la época de siembra varía desde la estación de otoño pudiendo llegar a alcanzar la primavera. No obstante, las temperaturas óptimas de germinación son entre los 19 y 25°C, y los requerimientos para el crecimiento óptimo son entre los 20 a 25°C. Por lo tanto, las siembras más adecuadas son en los meses de marzo-abril, donde las temperaturas normalmente se encuentran dentro de los rangos óptimos para que las plántulas tengan un buen desarrollo radicular y aéreo, permitiendo acumular reservas y desarrollar una buena nodulación.

El cultivar Estanzuela Chaná es de reposo invernal intermedio con latencia y fue seleccionado por su persistencia sobre alfalfares italianos. Su reposo es invernal corto y tiene una floración escasa que se extiende de noviembre a marzo. Las características de sus plantas son: de porte erecto conformado por tallos extensos y de una gran corona, donde acumula las reservas. Si la siembra es temprano en otoño, el cultivar tiene un elevado rendimiento en su primer año de vida debido a su excelente precocidad y vigor de las plántulas (Rebuffo, 2000).

Posee una excelente productividad durante toda la estación de crecimiento, produciendo el 50% en el verano. Permite realizar hasta 6 pastoreos al año debido a su rápida recuperación de las plantas. Realizando un adecuado manejo de defoliación, siendo sembrada en suelos no ácidos, puede llegar a alcanzar hasta cuatro años de vida. Es un cultivar tolerante a enfermedades foliares como la roya, permitiendo mantener una alta calidad de forraje (Ayala et al., 2010).

Según la Evaluación Nacional de Cultivares realizada por el INIA e INASE la producción de forraje anual promedio para el primer año de vida del cultivar Estanzuela Chaná, es de 7166 kg/ha de MS, mientras que para su segundo año de vida fue de 13726 kg/ha de MS. Este dato se corresponde al promedio de los años 2017, 2018 (INASE, 2018).

2.1.3. *Lolium perenne*

El raigrás perenne es una de las gramíneas forrajeras más antiguas y contribuyen a formar las mejores pasturas del mundo. Se trata de una especie de gran adaptación al pastoreo debido a su facilidad de rebrote, resistencia al pisoteo y alta agresividad, formando junto con el trébol blanco praderas de elevada producción de forraje de calidad excelente (Carámbula, 2007a).

Es una gramínea invernal, y de hábito de crecimiento cespitosa. Se adecua a ambientes con climas templados como los que hay en Uruguay, además de climas húmedos, particularmente aquellos frescos, nubosos y sombríos.

Además de ser una pastura de gran adaptación a una gama de ambientes, tiene como fortaleza, su fácil establecimiento, ser más macolladora y precoz que las gramíneas invernales perennes. La producción de forraje es máxima en suelos fértiles y bien drenados y mínima en suelos arenosos, por otra parte no tolera las sequías.

A su vez, en relación a los diferentes manejos que se pueden realizar, se adapta al pastoreo directo como la henificación, al henolaje y al ensilaje. Admite pastoreos continuos y severos, y no es afectado por el pisoteo. Las reservas forrajeras elaboradas con esta gramínea son de excelente calidad, siendo la gramínea perenne más engordadora (Carámbula, 2007a).

Si la pastura se va a realizar pura, la densidad de siembra recomendada es 15-20 kg/ha, y si fuese mezcla 2-5 kg/ha (Carámbula, 2010).

Para poder lograr una exitosa pastura se debe tener en cuenta el manejo a realizar desde el verano anterior, pudiendo desarrollar un buen sistema radicular, vigoroso y activo, considerando que los sistemas radiculares de las gramíneas perennes invernales son de vital importancia y el crecimiento radicular se concreta previo al crecimiento de la parte aérea. En primer lugar se debe saber, que cuanto menos hayan sido dañadas las plantas por sobrepastoreo en invierno, mayor eficiencia y rapidez se establecen los sistemas radiculares. A su vez, hay que tener en cuenta el envejecimiento de la pastura, y que sus sistemas radiculares son cada vez más superficiales, esto trae consecuencias importantes debido que la productividad de las mismas depende de las precipitaciones (Carámbula, 2010). En otras palabras, a medida que la pastura envejece, se vuelve más sensible a los periodos de sequías y más dependientes de las lluvias (Carámbula, 1977).

El cultivar Horizon proviene originariamente de raigrases italianos, donde se caracterizaban por sus rotaciones cortas y por tener una vida productiva de 2 a 4 años, debido a que se realizaron para lugares donde los veranos tienen temperaturas bajas. Sin embargo, las temperaturas estivales de Uruguay son demasiado calientes para estos cultivares, generalmente no duran más de dos años, y en la mayoría de los casos el stand de plantas se reduce en el primer verano.

El cultivar Horizon, requiere de bajas temperaturas al entrar al verano, con una buena población de macollos vegetativos, pero su persistencia productiva es muy dependiente del ambiente. Son distintos a los raigrases anuales, presentan macollos achatados, hojas más finas, y las semillas no presentan aristas (INIA, 2019).

2.1.4. *Trifolium pratense*

Es una leguminosa bianual invernada, si se realiza un manejo adecuado se puede comportar como trianual. Su hábito de crecimiento es erecto. Se comporta muy bien en suelos promedialmente fértiles, de texturas medias y pesadas con buena profundidad pero que sean bien drenados.

Se trata de una especie de excelente comportamiento productivo, ofreciéndose como muy importante en sistemas intensivos de producción, donde resulta ser preferida para construir mezclas forrajeras tanto gramíneas anuales como con gramíneas perennes (Carámbula, 2007b). Tiene alta producción otoño-invierno-primaveral con posibilidades de producción estivales en veranos húmedos, según diferentes cultivares.

Las siembras deben realizarse a principios del otoño, ya que sus plántulas sufren las bajas temperaturas. Son muy competitivas en su primer año de vida teniendo la adecuada humedad y temperatura, sin embargo en pasturas mezclas carecen de buenas producciones en el primer año.

Es una especie que aporta forraje temprano, debido a su excelente precocidad, vigor inicial y rápido establecimiento. Al ser una especie bianual, debido a los problemas de enfermedades que ocurren en su primer año de vida a nivel de raíz y corona y a la alta susceptibilidad al pisoteo excesivo por corona superficial, en pasturas asociadas debe ir acompañada de otra leguminosa perenne de vida larga, que tenga una buena resiembra natural.

A pesar de no persistir por más de dos años, es una especie con un muy buen valor nutritivo, gran capacidad de semillazón y alta capacidad de fijación de nitrógeno. Con respecto a su pastoreo, admite que sean intensos, pero poco frecuentes, ya que si se realizan defoliaciones severas y frecuentes se reduce su productividad.

En siembras puras la densidad recomendada es 10-12 kg/ha, y en mezcla la dosis deben ser entre 4-8 kg/ha (Carámbula, 2010).

Desde el punto de vista agronómico, esta especie puede ser agrupada en tres tipos:

- 1) Floración temprana: crecimiento temprano en primavera, se adapta mejor a pasturas de vida corta y requiere suelos de alta fertilidad
- 2) Floración intermedia: florecen aproximadamente dos semanas después que los anteriores siendo más persistentes y tardíos en su producción primaveral. Producen buenos rendimientos de heno, pero su rebrote no es bueno.
- 3) Floración tardía: florecen de dos a tres semanas más tarde que los de floración intermedia y un mes después que los primeros. Su crecimiento primaveral es aún más tardío, siendo los de mayor persistencia y

por ende utilizados en praderas de vida media a larga. Logran buenos rebrotes luego de un corte.

La distribución de la producción estacional depende del tipo de cultivar, que será elegido de acuerdo al destino que se le quiera dar a la pastura. Los cultivares más adaptados a climas fríos son aquellos de floración tardía, mientras que en climas templados y cálidos son los de floración intermedia y temprana. Es la leguminosa más adaptada para ser ensilada, ya que comparado a la alfalfa por ejemplo, tiene un menor contenido de proteínas y mayor proporción de glúcidos. El momento óptimo de corte para ensilarlo es cuando se encuentra en 50% de floración y previo a que las flores comiencen a tornarse amarronadas. Sin embargo, los cortes se suelen realizar previo a la iniciación floral con contenidos proteicos similares a los de la alfalfa. Es común verlo sembrado puro en suelos que tienen alguna restricción para la siembra de alfalfa con fines de heno o ensilaje (Carámbula, 2007a).

Para pastoreo directo se recomienda sembrarlo asociado a una gramínea - cualquiera sea su ciclo- con el fin de controlar su alto poder meteorizante y su actividad estrogénica que es consecuencia de su riqueza en isoflavonas (Muslera y Ratera, 1984).

El cultivar Estanzuela 116 fue obtenido en La Estanzuela a partir de una selección sobre materiales introducidos provenientes de Nueva Zelanda. Es un cultivar diploide de porte erecto a semierecto, presenta un ciclo corto y no tiene latencia invernal, además se adapta a suelos de texturas medias y pesadas con buena profundidad. Presenta una destacada precocidad y una alta producción de forraje en las estaciones de otoño e invierno, característica que lo diferencia de los otros cultivares que sí presentan latencia. Tiene una vida productiva corta, dos años, ocasionalmente con aportes en la tercera primavera, el pico que produce la mayor cantidad de forraje es en el mes de noviembre.

Entre sus virtudes se destacan la excelente implantación, en siembras puras como asociadas a verdes o cultivos, además de ser una especie que se adapta muy bien a condiciones de pastoreo. Estanzuela 116 se destaca por su excelente rebrote con alta producción de tallos, además de considerarse por tener un muy buen potencial de producción en pasturas de ciclo corto, cuando no hay restricciones de agua, tiene excelentes tasas de crecimiento durante el primer verano, sin embargo, para el segundo verano, la producción de forraje es dependiente de las podredumbres radicales, las temperaturas elevadas y los déficits hídricos, en conjunto reducen el stand de plantas.

Algunas recomendaciones de manejo son: utilizarlas en rotaciones que requieren altas producciones en un corto periodo de tiempo, como lo son los sistemas productivos lecheros; en mezclas con otras especies de ciclo corto y de rápido crecimiento, como la achicoria o cebadilla, ya que es un cultivar que debido al vigor de

su semilla tiene un rápido establecimiento. Sus altas tasas de crecimiento en primavera le permiten ser una excelente opción para realizar reservas de heno, a su vez admite pastoreos directos pero la máxima producción se produce con pastoreos rotativos. Produce muy buenos rendimientos de semilla, gracias a que florece en abundancia, pero en Uruguay está limitada su rendimiento por la baja polinización (INIA, 2019)

2.2. IMPLANTACIÓN

En la implantación de una pastura deben distinguirse tres procesos: germinación, emergencia y establecimiento. Esta etapa es de vital importancia, ya que se debe asegurar que suficientes plantas puedan sobrevivir desde la siembra y pasar su primer verano (período de mayores pérdidas), para formar la base de una adecuada pastura productiva. Está afectada por factores genéticos, edáficos, de manejo (profundidad de siembra), y otros como la competencia ejercida por luz, agua, nutrientes y/o enfermedades. Para que una especie sembrada logre un buen establecimiento debe poseer los insumos tecnológicos necesarios así como los conocimientos para que pueda ser llevada a cabo (Carámbula, 1991). Hay factores propios de las características de la especie, planta o semilla y otros factores extrínsecos que afectan los procesos mencionados anteriormente. El tamaño de las semillas generalmente es muy pequeño, con pocas reservas, enlenteciendo el crecimiento inicial, además de otorgarle escasas habilidades competitivas frente a un ataque de plagas, enfermedades, o malezas presentes, que puedan reducir el stand de plantas. Sólo las especies más vigorosas y con capacidad para soportar ataques o condiciones desfavorables climáticas van a lograr establecerse de manera adecuada (Formoso, 2010)

Como se mencionó, otros factores como el cultivo antecesor determinan el tipo de rastrojo presente en el suelo Loydi et al. (2013). A su vez, relacionado al cultivo antecesor y al barbecho, los restos vegetales que quedan sobre la superficie modifican el contenido de humedad, la temperatura del suelo, además determinan la calidad y cantidad de luz que llega a las semillas y plántulas, reduciendo y modificando la cantidad de luz, y la relación rojo/rojo lejano, quienes se encargan de regular la germinación (Deregibus et al., 1994).

Silverstow y Dickie, citados por Carámbula (2002b), consideran que en estas primeras etapas se registra una gran mortandad de plántulas, que pueden alcanzar más del 90% si las condiciones no son las adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las mismas.

La germinación en gramíneas comprende el crecimiento del germen, la ruptura de la semilla, la aparición de la radícula y el coleóptilo. En las leguminosas simplemente la aparición de la radícula, proceso que depende de factores externos como temperatura, luz, humedad y oxígeno y de factores intrínsecos de la semilla como permeabilidad y madurez fisiológica. La emergencia consiste en la aparición de la plántula sobre la

superficie del suelo y el establecimiento es el número de plántulas saludables que se establecen en la pradera expresada como porcentaje del número de semillas viables sembradas (Carámbula, 2002b). El porcentaje en que se establece cada especie es afectado por el cultivar, disponibilidad de nutrientes, profundidad de siembra y calidad de la semilla entre otros (Cullen, 1966a).

Para que las pasturas logren un buen establecimiento y persistencia se debe tener cierta precaución en el manejo. Esto implica ajustar ciertas prácticas de manejo, condicionadas por las variaciones del clima y suelos de cada región (Langer, 1981).

Tanto leguminosas como gramíneas, germinan en un amplio rango de temperaturas, que van desde 5 a 35°C, siendo el óptimo entre 19 y 25°C. Si se dan las temperaturas óptimas mencionadas, a los 20 días puede haber hasta un 50 % de germinación. Hay que tener precaución en siembras tardías de otoño, ya que las heladas pueden afectar la germinación y emergencia de las plántulas, especialmente en el estado que va desde cotiledones hasta el primer par de hojas simples. Se recomienda sembrar en marzo, escapando a las bajas temperaturas y llegar a mediados de mayo con reservas suficientes para soportar el invierno (a mayor cantidad de reservas en las raíces, mayor capacidad de resistencia de las plantas a las bajas temperaturas, Barbarosa, s.f.).

Uno de los factores que más afecta es el peso de la semilla, ya que a medida que aumenta el peso la semilla tiene mayor cantidad de endospermo que es necesario para germinar y establecerse y puede ir a una mayor profundidad de siembra. Por otra parte, la capacidad de desdoblamiento del almidón también es clave: el raigrás y la festuca tienen igual peso de mil semillas, pero el raigrás tiene mayor tasa de germinación que se explica por la mayor capacidad de desdoblar el almidón.

Tanto en leguminosas como en gramíneas, los porcentajes de emergencia son afectados sensiblemente por las profundidades de siembra utilizadas (Carámbula, 2002b). La extensión del hipocótilo (entrenado dentro del coleóptilo) depende del tamaño de la semilla de la especie, lo que determina la máxima profundidad a la cual la plántula puede emerger. En general a menor tamaño de semilla, menor profundidad de siembra (Langer, 1981). Sin embargo, suelos arenosos permiten sembrar a una profundidad mayor a 2 cm la misma semilla ya que ofrece menos resistencia a la emergencia.

2.2.1. Pautas para el manejo inicial de pastoreo

Langer (1891), afirma que el momento de realizar el primer pastoreo es difícil de definir y está determinado por el estado de desarrollo en el que se encuentren las especies. Un factor práctico e importante a considerar para determinar cuándo es el momento que la pastura está óptima para realizar el primer pastoreo, es el enraizamiento de las especies que fueron sembradas. Debe ser cuando puedan ser deshojadas a mano

sin que el tirón la arranque del suelo, evitando de esta manera que las plántulas sean arrancadas por los animales (Carámbula, 2002b).

2.3. DINÁMICA DEL CRECIMIENTO

El objetivo de un correcto manejo de las praderas es maximizar la producción de forraje, mantener el vigor de la pastura y la productividad tanto en el mediano como en el largo plazo. Tener el conocimiento de los principios del crecimiento de las plantas es fundamental para hacer un manejo adecuado del pastoreo. Existen tres fases en la estación de crecimiento: primero las plantas tienen un crecimiento lento y utilizan las reservas para poder crecer, son plantas con pocas hojas de escasa actividad fotosintética, en segundo lugar, la velocidad de crecimiento va aumentando a medida que la planta crece y aumentan el número de hojas; por último la fotosíntesis comienza a disminuir consecuencia del sombreado de las hojas superiores, la planta comienza a destinar la energía para la formación de flores y semillas (Núñez et al., 2000).

2.3.1. Gramíneas

En mezclas, las gramíneas constituyen el mayor volumen de forraje para los animales, aunque si se quiere lograr una alta producción es necesario contar con una fuente de nitrógeno. Esto se logra con la inclusión de leguminosas en las mezclas o la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Comparado a las leguminosas, se adaptan a un mayor rango de suelos, no producen meteorismo, tienen mayor resistencia a ataques de plagas y enfermedades y dotan de mayor persistencia a la pastura (Carámbula, 2010).

2.3.2. Leguminosas

Al compararse con las gramíneas, a pesar de no aportar tanto volumen de forraje, poseen una excepcional calidad alimenticia por el alto contenido proteico y de minerales tales como Mg y Ca que eleva la digestibilidad de la dieta y promueve una elevada ingestión voluntaria. También mejoran la estructura del suelo, descompactando en profundidad y aportando masa muy fermentescible que activa la vida microbiana, además de fijar nitrógeno al suelo (Carámbula, 2010).

2.4. MEZCLAS FORRAJERAS

Carámbula (2002a), define a una mezcla forrajera como una población artificial constituida por varias especies diferentes morfo y fisiológicamente. Como resultado de esta asociación y de las características individuales de cada especie, se produce un complejo de interferencias que pueden tener diferentes resultados, mutua depresión, depresión de una especie y beneficio de otra, mutuo beneficio o una falta total de interferencia.

Según Santiñaque y Carámbula (1981), las mezclas forrajeras están constituidas tanto por especie de gramíneas como de leguminosas, perennes en su mayoría para que perduren en el tiempo. Uno de los principales objetivos de las mezclas es producir máximos rendimientos de materia seca por hectárea con un buen valor nutritivo, explotando las bondades de cada familia botánica (gramínea y leguminosa). Los parámetros climáticos son los principales encargados que la producción anual esté uniformemente distribuida, siendo esto un objetivo importante a tener en cuenta puesto que se presentan dificultades debido a las variaciones climáticas a lo largo de una estación. Además, se busca una distribución estacional de la producción de forraje más uniforme, menor variabilidad inter anual y ventajas en cuanto a la calidad del alimento (Schneiter, 2005).

Respecto a la competencia que hay entre las especies Santiñaque (1979), afirma que independientemente de cuan cerca se encuentren entre ellas, si el contenido de nutrientes, agua, luz y calor están en abundancia, es decir que superan las necesidades de las especies, no habrá competencia. Sin embargo, si uno de estos factores se encuentra por debajo de lo requerido, comienza la competencia por ellos.

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

Schneiter (2005), asegura que la respuesta en producción anual y estacional de una mezcla, dependerá de las especies que fueron sembradas y del ambiente en que crecieron y se desarrollaron. Además, el efecto ambiente pudo haberse modificado mediante la defoliación y el uso de insumos como fertilizantes, herbicidas con lo que también puede controlarse la composición y producción de las pasturas.

2.4.1. Tipos de mezclas

Uno de los propósitos al realizar una mezcla es que sea balanceada entre las gramíneas y leguminosas. Para ello tendrá que contener una distribución de 60 -70% de gramíneas, un 20-30% de leguminosas y el restante 10% de malezas (Carámbula, 2002a).

Santiñaque (1979), define a los tipos de mezclas afirmando que, *“La diferencia entre unas y otras radica en el número de especies integrantes. Mientras que las mezclas simples están formadas por pocas especies (una o dos gramíneas y una*

leguminosa), las mezclas complejas se caracterizan por estar integradas por un gran número de especies de ambas familias”

Existen tres tipos de mezclas, las ultra simples, las simples, y las complejas. Cuantas más especies contenga una mezcla, mayor es la dificultad para mantener el balance deseable, siendo más fácil de llegar a los objetivos de rendimiento en las mezclas simples. Las mezclas complejas tienen la desventaja de que es muy difícil que todas las especies prosperen, o que el forraje consumido esté integrado por todas las especies. Diferencias en fertilidad, condiciones de suelo y pastoreo conlleva a la dormancia de ciertas especies en desventaja con otras, llevando a que la mezcla sea dominada por unas pocas especies, transformándose en una mezcla simple o cultivo puro (Carámbula, 2002a).

Las mezclas ultra simples están formadas por una gramínea y una leguminosa de mismo ciclo de producción. A modo de ejemplo una mezcla ultra simple invernal podría ser festuca y trébol rojo, y otra de ciclo estival podría ser *Paspalum dilatatum* y *Lotus corniculatus*.

Las mezclas simples, son una mezcla ultra simple más una gramínea o leguminosa de ciclo complementario, como por ejemplo *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (Langer, 1891). Al utilizar mezclas simples de especies compatibles, se alcanza con mayor facilidad el potencial de crecimiento individual ya que se reduce la competencia interespecífica. Comparado a mezclas complejas, el manejo es más simple (Carámbula, 2007a).

El tercer tipo de mezclas, las complejas, compuestas de varias especies de gramíneas y varias de leguminosas, ya sea de ciclos iguales o complementarios presentan dificultades de establecimiento y manejo. Langer (1981) plantea que es prácticamente imposible proveerle condiciones de establecimiento y manejos óptimos.

2.5. EFECTO DEL PASTOREO

2.5.1. Introducción

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

Carámbula (1996), sostiene que los dos factores que van a afectar la entrega de forraje de la pastura tienen efectos opuestos: la relación entre la cantidad removida y

cantidad inicial de pasto (intensidad), y el número de pastoreos o cortes (frecuencia). Estos parámetros tienen influencia directa sobre el rendimiento, composición botánica y calidad de las especies forrajeras (Hernandez-Garay et al., citados por Velasco et al., 2005).

Las defoliaciones consisten en la remoción de los órganos aéreos de las plantas y es caracterizada primariamente por su intensidad y frecuencia. Éstos a su vez, afectan caracteres morfo genéticos que determinan el tamaño y la densidad de las macollas, a través de procesos fisiológicos y ambientales (Gastal et al., citados por Agustoni et al., 2008).

El conocimiento de los efectos de la duración del rebrote es de los principales procesos fisiológicos involucrados en la acumulación neta de forraje y provee las bases racionales para optimizar la producción de pasto en el marco del manejo rotacional (Parsons y Penning, 1988).

2.5.2. Parámetros que definen el pastoreo

2.5.2.1. Intensidad

Según Carámbula (1996), la intensidad de cosecha es la altura del rastrojo una vez retirados los animales después de un pastoreo. El incorrecto manejo de esto afecta el rendimiento de cada cosecha, limita el siguiente rebrote y la producción total. Por lo tanto, a mayor intensidad mayor cantidad de forraje se cosecha, pero se puede comprometer la producción de forraje para el pastoreo siguiente.

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

El área foliar remanente depende de la intensidad de la defoliación y del tipo de crecimiento de la especie (erecto o postrado). El rastrojo que queda sobre el suelo debe ser eficiente para no comprometer el rebrote subsiguiente (Carámbula, 2004). Para que esto suceda debe estar formado por hojas nuevas, con bajos porcentajes de senescencia para compensar temporariamente los bajos índices de área foliar (IAF, Carámbula, 2007b). En concordancia con lo anterior, Parsons y Penning (1988) consideran que la eliminación de la mayor parte del área foliar, es sinónimo de utilización eficiente del forraje.

Langer (1981), sugiere que las pasturas manejadas muy altas o muy bajas presentarán problemas serios de producción y supervivencia. Al respecto, Soca y

Chilibroste (2008) afirman que se obtiene menor producción (futura) 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.

Carámbula (1996), afirma que existen diferencias entre las especies de hábito de crecimiento postrado o erecto, según el tipo de defoliación. Las primeras permiten hasta 2,5 centímetros de altura de defoliación, y las que son de tipo de hábito erecto pueden ser pastoreados hasta 5 a 7,5 centímetros.

Es difícil adjudicarle una altura óptima de remanente de pastoreo para todas las especies, pero en especies de mayor productividad, alturas superiores a 5 cm no limitan la productividad de la pastura. Si se deciden menores intensidades, se reingresa a la pastura en menor tiempo, variando según la estación del año: en otoño-invierno el remanente debe ser mayor ya que la tasa de crecimiento de la pastura es menor (Zanoniani, 1999).

Las diferentes intensidades de pastoreo generan cambios en la disponibilidad y en la estructura del forraje ofrecido a los animales. Cuanto mayores son las intensidades de pastoreo producen pasturas más tiernas, y con mayor proporción de hojas y tallos, estableciendo un mayor aprovechamiento del forraje. En cambio, con bajas intensidades de pastoreo se logran pasturas con tallos más desarrollados (duros) con menor proporción de hojas (Zanoniani et al., 2006).

2.5.2.2. Frecuencia

Según Carámbula (1996), cada especie tiene un determinado período de crecimiento limitado, por lo que a mayor frecuencia, menor es el tiempo de crecimiento entre dos cortes sucesivos, y por lo tanto disminuye la producción de forraje en cada uno de ellos.

Pineiro y Harris (1978), definieron a la frecuencia de pastoreo como el intervalo entre dos períodos sucesivos de pastoreo, por ende muy relacionado con el sistema de manejo del pastoreo que se utilice.

Si bien la frecuencia con que se volvió a utilizar la pastura, depende de las especies que la componen y de la época del año en que esté creciendo esa pastura, el área foliar capaz de absorber el 95% de la radiación incidente (IAF), es quien nos indica cuándo se puede volver a utilizar esa pastura. Carámbula (2004) concluyó que el IAF óptimo es el indicador que nos indica la velocidad con que la pastura alcanza un volumen de forraje adecuado.

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

frecuentes (IAF 3) que en pasturas dominadas por leguminosas erectas (IAF 5) o por gramíneas erectas (IAF entre 9 y 10)” (Brougham, 1959).

Cuando una pastura es defoliada a una mayor intensidad, es mayor el tiempo que pasa entre dos pastoreos consecutivos, ya que el período de tiempo para lograr interceptar el 95% de la radiación incidente se alarga (Brougham, 1956)

Los pastoreos frecuentes no permiten generar todas las reservas que necesitan las plantas, y se da una disminución en el nivel de reservas y en el peso de las raíces. Como consecuencia de la menor cantidad de reservas los rebrotes se dan con mayor lentitud y las plantas son más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, pudiendo generar la muerte de las mismas (Formoso, 2000).

Otra forma de manejar la frecuencia es mediante la altura del forraje disponible al comenzar el pastoreo, siendo este el indicador más relevante para el manejo (Carámbula, 2002c).

Según Fulkerson y Slack (1995), el número de hojas es un indicador de la etapa de crecimiento de una pastura, lo que permite determinar el intervalo de defoliación. Los resultados del trabajo de los autores nombrados indican que el momento óptimo para realizar el pastoreo es cuando la planta no sobrepase las tres a tres hojas y media de rebrote entre dos pastoreos, ya que luego de este número, la hoja más vieja comienza a morir. Asociado a lo anterior, Carámbula (2002), señalan que el número de hojas que permite la entrada se encuentra entre 2,5-3,5 hojas, dependiendo de la especie a pastorear.

2.5.3. Efectos sobre las especies que componen la mezcla y su producción

Zanoniani (1999), denomina ciertos objetivos del pastoreo. El tradicional, pastoreo continuo no nos permite cumplir los objetivos antes mencionados, por lo que el pastoreo rotativo aparece como la mejor opción. La aplicación de éstos, en diferentes frecuencias e intensidades, determina cambios de las relaciones de competencia, además de modificaciones en la composición botánica. Si se compara con el pastoreo continuo, los sistemas de pastoreos rotativos mantienen a la pastura en un estado de crecimiento más activo, además que disminuir la selección del animal, y permitir que el pastoreo sea más parejo, logrando que el posterior crecimiento de la pastura sea más uniforme.

Carámbula (2002), sostiene que las hojas, tallos, y macollos son los que definen el real rendimiento tanto biológico como económico de una pastura. Por lo tanto, es de gran importancia conocer todos los factores que modifican a estos componentes, y cómo se los puede perjudicar o favorecer. A su vez Carámbula (1996), asevera que cuando los animales se encuentran pastoreando, lo realizan de tal forma que dejan desuniforme la pastura, las plantas no son cortadas totalmente, por lo que muchas hojas, tallos y

macollos no son cortados. En cambio, los pastoreos muy intensos, todas las macollas y tallos son defoliados en forma casi uniforme y simultánea, produciendo un efecto más estresante que con pastoreos normales. A su vez, Hodgson, citado por Cárambula (1996), dice que cuando se realizan pastoreos continuos con cargas bajas, los animales vuelven a defoliar esa zona, luego de tres o cuatro semanas, mientras que, al trabajar con cargas altas, van a volver en cinco o seis días.

El pastoreo incide directamente sobre la morfogénesis de las especies que integran la pastura, es decir la composición botánica. Esta incidencia, depende de la especie animal y de la carga se le adjudique y pueda soportar la pastura (Brancato et al., 2004).

Existe variación en el efecto causado por las defoliaciones, según el tipo de familia vegetal, se destacan como de mayor importancia: gramíneas y leguminosas. A una misma área foliar remanente, las gramíneas son las que interceptan menos luz que las leguminosas, explicado por la disposición de las hojas que la componen, permitiendo recuperarse más rápido que las primeras. A su vez es posible encontrar este comportamiento según el hábito de crecimiento de la especie, erecto y postrado (Carámbula, 2007a).

Lolium perenne y *Trifolium pratense* son especies de porte erecto, y su persistencia aumenta cuanto mayor son los períodos de descanso. Entre los 22 a 46 días en la pastura asociada no afecta los parámetros productivos y económicos. En pastoreos rotativos y con manejos aliviados, se produce mayor cantidad de forraje, en comparación con pastoreos continuos (Heitschmidt, 1984).

2.5.4. Efecto sobre la fisiología de las plantas

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

Por otro lugar, Parsons (1991) afirma que la producción de tejido foliar es un proceso que ocurre de forma continua, siendo regulado por características del estado de la pastura además de variables que produce el ambiente. Cuando los tapices se encuentran bajo pastoreo, el tejido foliar sufre defoliación que afecta a la fisiología de la planta, por su efecto en la tasa de producción de nuevas hojas.

Luego de una defoliación, la planta maximiza la velocidad de refoliación utilizando de manera eficiente la energía disponible que queda en el remanente, para así restablecerse lo más rápido posible, junto con un balance positivo de fijación de energía. Ante este estrés, las plantas reaccionan ordenando y priorizando diversos procesos, de

forma continua en el espacio y en el tiempo, por un sistema “central de regulación” (Chapin, citado por Formoso, 1996).

Aquellas especies forrajera que resisten más a defoliaciones son las que luego de un pastoreo presentan un mayor IAF, permitiéndole restablecer rápidamente su actividad fotosintética. Sin embargo, esto ocurre siempre y cuando la masa foliar remanente sea realmente eficiente, por lo que no solo importa la cantidad remanente de hojas, sino también el tipo y estado de las mismas (Carámbula, 2002c).

Por lo mencionado, los sistemas productivos pastoriles deben interaccionar, entre el crecimiento, senescencia y el consumo que puede ser provocado por el pastoreo para tener una adecuada producción de forraje.

2.5.4.1. Efecto sobre el rebrote

Luego de una defoliación la producción de forraje depende de la capacidad de rebrote y de otros factores que lo afectan. Algunos de dichos factores son: posible eliminación del meristema apical, el nivel de carbohidratos en el rastrojo remanente y el área foliar remanente con cierta eficiencia fotosintética (Cangiano, 1997).

En gramíneas, en los macollos vegetativos se desarrollan hojas y vainas a partir de yemas laterales, las mismas quedan generalmente próximas al suelo, por lo que una defoliación moderada removerá las partes más viejas de las hojas. En cambio, una defoliación severa puede afectar con mayor agresividad donde se pueden remover las láminas y partes del pseudotallo, por lo que el rebrote en estos casos depende exclusivamente del crecimiento de las hojas que no han emergido aún desde las vainas. A su vez, cuando los macollos de los entrenudos comienzan a alargarse, el meristema apical es quien se expone a la defoliación pudiendo provocar la muerte del macollo, y el rebrote va a depender de los ápices que no fueron removidos, o de la producción de nuevos macollos (Escuder, 1977).

2.5.4.2. Efecto sobre las raíces

Otro efecto importante de la defoliación es su influencia en el sistema radicular, disminuyendo los niveles de sustancias de reserva. Luego de que se ha producido un pastoreo o corte, el principal efecto es la disminución de los carbohidratos, por lo que el crecimiento y la actividad se detienen momentáneamente hasta haberse recuperado el área foliar (Langer, 1981).

El sistema radicular es un de las estructuras más importantes para que una pastura produzca abundante forraje principalmente en momentos críticos como pueden ser déficits hídricos (Carámbula, 2007b).

Carámbula (2002c), afirma que además de las defoliaciones severas se suman problemas como excesos hídricos (en suelos con mal drenaje), produciendo disminución del volumen, vigor y crecimiento de los sistemas radiculares que puede provocar un atraso importante en el rebrote de la parte aérea hasta comprometer la supervivencia de esas plantas para el próximo verano. Al realizarse manejos inadecuados como pastoreos a intensidades altas, los sistemas radiculares se ubicarán cercano a la superficie, por lo que van a tener su capacidad de almacenaje y absorción de agua y nitrógeno limitada.

Cuanto más severo el pastoreo en fines de invierno y principios de primavera, disminuye la rapidez y eficiencia con que se realiza el proceso de crecimiento del sistema radicular. El sobrepastoreo en esta estación impide la acumulación de reservas en los órganos más perecederos de las plantas (Carámbula, 2002c).

Resulta indispensable intentar evitar cualquier tipo de factor que influya y puedan producir debilidades a nivel de planta, y en consecuencia que promueven enfermedades. El estrés de mayor importancia que sufren las plantas es la defoliación: los carbohidratos disminuyen bruscamente modificando toda la fisiología de la planta, pudiendo provocar podredumbres a nivel radicular, debido a que la planta no pudo acumular las reservas necesarias para el posterior crecimiento (Altier, 1996).

Aquellas plantas que tienen una baja capacidad de rebrote tienen mayor susceptibilidad a las enfermedades que afectan los sistemas radiculares. Las leguminosas son las que más se ven afectadas su producción, resultando en ocasiones en la muerte de la planta y en la reducción de la persistencia de la pastura. Se alteran procesos como la absorción de agua y nutrientes, la acumulación de sustancias de reservas, la capacidad de fijar nitrógeno (Leath, citado por Altier, 1996).

Como se mencionó en el párrafo anterior, las leguminosas son más susceptibles y suelen tener efectos negativos frente a pastoreos, ya que una parte de los sistemas radiculares y una gran cantidad de nódulos muere como consecuencia del faltante de carbohidratos suministrados por la parte aérea (Carámbula, 2007b).

2.5.4.3. Efecto sobre la utilización de 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, 1993).

Langer (1981), aclara que uno de los factores más difícil sobre el manejo del pastoreo es llegar a lograr una buena utilización del forraje. Altas cargas y pastoreos prolongados maximizarían la utilización de forraje pero no sería eficiente ni conveniente para la producción de carne ni la producción de la pastura.

2.5.4.4. Efecto sobre la composición botánica

Heitschmidt (1984), luego de realizar una serie de estudios sostiene que tanto la frecuencia como la intensidad de pastoreo provocan un cambio en la composición botánica y presenta cierto efecto en la respuesta de las pasturas, específicamente sobre la morfología de las especies.

A su vez, Escuder (1997), asegura que el efecto que pueden producir diferentes métodos de pastoreo y la variación en frecuencia o intensidad de defoliación, pueden tener una gran interacción con las especies de las plantas y el crecimiento estacional de cada una de ellas, posibilitando un gran control sobre la composición botánica.

Cuando la composición botánica es modificada también lo es la distribución de la producción a lo largo del año, por otro lado, aunque en menor medida la producción total anual. Al realizar pastoreos intensos y frecuentes se reduce la capacidad competitiva de las especies que se encuentran en pleno crecimiento, en comparación a otras especies que soportaron el pastoreo en forma latente o con menor tasa de crecimiento.

Los cambios que se producen en la composición botánica debido a cambios en el manejo son lentos, mientras que aquellos en la estructura vertical de la pastura se evidencian en menor tiempo (Barthram et al., 1999).

El manejo de pastoreos provoca cambios en las especies, modificando las proporciones de las distintas forrajeras, favoreciendo a especies de porte postrado o erecto, dependiendo de la intensidad a la que se realice la defoliación. Si se reduce la superficie foliar, la luz penetra los estratos más bajos sobre la superficie del suelo, favoreciendo las leguminosas bajas y estoloníferas. Sin embargo, manejos aliviados favorecen a las de porte erecto y manejos intensos promueven a las especies postradas (Carámbula, 2002c).

Barthram et al. (1999), afirman que hay momentos del año en los cuales la pastura se puede recomponer luego de haber sufrido una defoliación intensa. Las especies que se encuentren presentes luego de una defoliación, son una de las indicadores para saber el tiempo de ese momento crítico que demoran en recomponerse, pero en general, defoliaciones poco intensas en momentos de activo crecimiento de una especie, puede favorecer la predominancia de ésta en la pastura.

Desde el punto de vista de la selectividad animal sobre una pastura, esta tiene una enorme influencia sobre la composición botánica. Las especies más apetecibles desaparecen rápidamente en relación a las otras, que pueden ser discriminadas por menor palatabilidad o acceso restringido. Las de mayor preferencia son las leguminosas, en las cuales los animales concentran su actividad respecto a las gramíneas, por lo cual

se deben realizar manejos que enternezcan estas últimas de modo de aumentar su apetecibilidad, reduciendo en cierta medida dicha selectividad (Carámbula, 2004).

2.5.4.5. Efecto sobre la calidad

La composición de una pastura (energía, minerales, materiales nitrogenados, vitaminas) compone el valor nutritivo o más preciso la calidad de la misma. Además, la aptitud de las mismas para ser consumidas (apetecibilidad). El mayor potencial nutritivo de las leguminosas frente a las gramíneas se debería a que las leguminosas poseen menor concentración de pared celular, 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 (Carámbula, 2004).

Langer (1981), explica que donde se realizan cortes más frecuentes el forraje producido contiene mayores niveles de proteína, extracto etéreo, y menores niveles de fibra cruda, que los cortes menos frecuentes. Esto se debe a la variación en la relación hoja/tallo producida por las defoliaciones frecuentes que a su vez mantienen la energía bruta de forma constante a lo largo de la estación de crecimiento. 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.

A medida que las plantas van avanzando en su ciclo de vida, y cambian de estado vegetativo a reproductivo, van cambiando sus componentes que hacen a la calidad de la pastura como las hojas, que aportan una menor proporción al rendimiento de materia seca digestible. A su vez los tallos e inflorescencias aumentan en forma progresiva, y al aportar un menor valor nutritivo la calidad de la pastura disminuye significativamente. Durante la etapa vegetativa, los porcentajes de digestibilidad se mantienen relativamente estables, pero una vez comenzada la encañazón en las gramíneas, se registra una considerable pérdida de digestibilidad de la pastura (Carámbula, 1997).

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

Hay que saber identificar el momento más adecuado para realizar la cosecha de forraje, que según como sea manejada la pastura va a condicionar o no los futuros

rendimientos, y calidad de forraje. Cuanto mayor sean los rendimientos en calidad de forraje, mayor van a ser los rendimientos por animal, ya que, manteniendo una dotación constante, se podrá producir más carne, lana o leche por unidad de superficie (Carámbula, 1977).

2.5.4.6. Efecto sobre la persistencia

La persistencia es el mantenimiento de una adecuada población de plantas capaces de cubrir las exigencias de producción de materia seca, especialmente en épocas críticas. Este es uno de los motivos por el cual en especies anuales se recomienda permitir y promover los procesos de floración, fructificación y regeneración, favoreciendo su permanencia y obteniendo una regeneración de la especie (Sheath et al., citados por Carámbula, 2002c).

La sobrevivencia de las plantas puede ser afectada por aquellos factores que perjudiquen el crecimiento radicular, cuyo impacto negativo se deberá al enlentecimiento en la absorción de agua y nutrientes (Donaghy y Fulkerson, 1998).

La persistencia de una especie se relaciona también al comportamiento de aparición y muerte de hojas, al proceso de macollaje y a la formación de raíces. En general, las praderas son pastoreadas en forma discontinua, habiendo zonas aliviadas y zonas sobrepastoreadas. Ambos procesos reducen la persistencia de la pastura al disminuir la probabilidad de formar macollas nuevas (Carámbula, 1977). Para el caso de estas zonas contrastantes en gramíneas el riesgo de baja persistencia se explica por la presencia de macollas inestables, por ser pequeñas y débiles (Hughes y Jackson, citados por Carámbula, 2007b).

Según Carámbula (2004), la vida de una pastura depende principalmente del manejo que se realice durante su primer año de vida. Si se realizan pastoreos frecuentes la planta no dispone del tiempo para acumular reservas en los órganos subterráneos, por lo que puede darse la muerte de algunas plantas, principalmente en momentos del año donde la humedad del suelo es una limitante.

La intensidad de pastoreo tiene gran influencia sobre la persistencia ya que si es severa disminuye la producción de fotoasimilados, repercutiendo negativamente en el sistema radicular, ya que no se destina lo suficiente para mantener al mismo, retardando el crecimiento de toda la planta. Esto último afecta negativamente la producción total ya que muchas plantas, al ser débiles, mueren ante situaciones adversas o son arrancadas por los animales durante el pastoreo (Almada et al., 2007).

Sin embargo, si se realiza el pastoreo adecuado, no se debería afectar la persistencia propia de cada pastura. Otros inconvenientes que pueden ocurrir asociados al pastoreo pueden ser el pisoteo (principalmente en pasturas recién implantadas),

efectos causados por el pastoreo selectivo, y el traslado de fertilidad, entre otros, Hay y Hunt, citados por Carámbula (2002c).

Carámbula (2002c), afirma que las poblaciones de plantas sembradas comienzan a disminuir luego del primer año de vida, mientras que la producción alcanza un máximo en el segundo y tercer año debido a un mayor vigor de cada una, y por último se da un proceso de desaparición de plantas más acelerado. Cuanto más irracional y alejado de lo sugerido sea el manejo que se realice, más rápida será la desaparición de las especies sembradas. La presencia de un buen número de plantas está asociado no solo a la estabilidad de la pastura, sino también a su producción. Por ello es fundamental promover la ocupación de los espacios vacíos, que dejan las especies perennes y anuales, ayudando así a obtener una mayor persistencia de la pastura (Carámbula, 2002c).

2.5.5. Efecto sobre el desempeño animal

Algunos autores consideran que la carga animal es la variable más importante de manejo por afectar tanto el resultado físico-económico del ecosistema pastoril como la persistencia de la pastura sembrada (Soca et al., 2005). Según Mott (1960), el efecto de la carga animal se expresa a través de la presión de pastoreo. Al respecto, Wheeler (1962) sostiene que la carga es la variable más importante en la determinación de la eficiencia de conversión de pasto a productos animales. Sin embargo, resulta difícil separar efectos que producen la carga y el sistema de pastoreo.

Según Cangiano (1996), una manera de poder lograr alta eficiencia de conversión de pasto a productos animales, es realizar un adecuado ajuste de carga sumado a una corrección del método de pastoreo ajustado por el crecimiento de las pasturas.

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

Lemaire y Chapman, citados por Chilibroste et al. (2005), afirmaron que si las pasturas son sometidas a altas presiones de pastoreo, la tasa de crecimiento se reduce por su efecto negativo sobre la morfogénesis y estructura de las plantas. Por otra parte, al aumentar la carga los restos secos son consumidos y así se evita que la acumulación de los mismos afecte el crecimiento de las pasturas.

Chilibroste (1998), explica que el consumo en condiciones de pastoreo puede ser expresado por la siguiente ecuación: el producto entre la tasa de consumo (g/minutos) y el tiempo de pastoreo efectivo (minutos). A su vez, la tasa de consumo puede ser descompuesta como el producto entre la tasa de bocados (bocados /minuto) y el peso de cada bocado individual.

La composición, disponibilidad y características del forraje son lo que determina la cantidad de alimento que va a consumir el animal. Al estar pastoreando dentro del forraje disponible cada animal selecciona su propia dieta, mayoritariamente de material verde, despreciando los restos secos (Hudson et al., 1977).

Los cambios estructurales que se dan en las pasturas producen que los animales en pastoreo modifiquen su comportamiento ingestivo para poder seguir manteniendo niveles adecuados de consumo, a través de tres factores: el peso de bocado, la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo (Cangiano, 1997).

El peso de cada bocado se compone del volumen de forraje cosechado por el animal y la densidad del horizonte de pastoreo. El volumen cosechado en un bocado individual va a ser resultado de la profundidad de pastoreo (plano vertical) y del área que animal es capaz de cubrir con la lengua (Chilibroste, 1998).

Los animales aumentan el tiempo de pastoreo cuando la disponibilidad de forraje disminuye, por lo tanto, el peso de bocado también se reduce. Al realizar un aumento de esta actividad los animales tienen mayores gastos energéticos, lo que puede traer como consecuencias menores ganancias de peso, aún con forrajes de similar digestibilidad (Kemp y Dowling, 2000).

Carámbula (1996), afirma que el término disponibilidad de forraje se utiliza para expresar la cantidad de forraje que se le ofrece al animal en pastoreo. La disponibilidad de forraje afecta el consumo animal, y la respuesta animal depende de cuánto de este forraje disponible es consumido, su valor nutritivo y la eficiencia de conversión del mismo. Al reducirse la disponibilidad disminuye la cantidad de forraje por bocado, y aunque se incremente el tiempo de pastoreo, esto puede resultar insuficiente para mantener el consumo y de esta manera resentirse la ganancia diaria. A altas disponibilidades, los factores que podrían afectar el consumo son de carácter nutricional, pero se debe regular la dotación para evitar disponibilidades extremas, debiendo evitar sub y sobrepastoreos.

2.5.6. Datos de producción de forraje en trabajos anteriores

Laluz et al. (2015), estudiaron la producción de forraje para dos mezclas en su primer año de vida. La mezcla compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, presentó una producción de materia seca del entorno de 3600 kg de

materia seca por hectárea, mientras que la mezcla compuesta por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, arrojó un resultado de 3000 kg de materia seca por hectárea. En contrapartida, la primera mezcla presentó una utilización promedio de 43%, mientras que en la segunda fue un poco mayor, alcanzando el 47%.

Por otra parte, Albano et al. (2013), trabajaron sobre las mismas mezclas también durante su primer año y en el mismo período, y obtuvieron producciones de 5120 y 2574 kg de materia seca por hectárea en favor de la mezcla compuesta por festuca, trébol y lotus. En cuanto a la utilización no encontraron diferencias obteniendo 50 % para ambas mezclas.

López et al. (2013), trabajaron sobre las mismas mezclas y período pero en el segundo año de vida. Para la mezcla que tiene como componente a la festuca, se obtuvo una producción de 5454 kg de materia seca por hectárea y la utilización lograda fue de 49,8%. En cambio, para la mezcla que contiene dactylis la producción de forraje fue de 6972 kg de materia seca por hectárea, con una utilización de 54,7%.

2.6. PRODUCCIÓN ANIMAL

2.6.1. Aspectos generales de la producción animal en pastoreo

La producción forrajera en Uruguay se caracteriza por no tener impedimentos que dificulten la posibilidad de utilizar las pasturas a lo largo de las cuatro estaciones del año. Sin embargo, la producción no es constante y oscila entre la estación de menor aporte que es el invierno y la de mayor producción que es la primavera. Estos desfases no acompañan a las variaciones de los requerimientos de los animales, por lo que es necesario ajustar y administrar los períodos de abundancia y escasez con el fin de mejorar el desempeño productivo. Estos ajustes suelen repercutir negativamente en el porcentaje de utilización de las pasturas, y una típica variable de ajuste es la dotación o carga animal (Carámbula, 1977).

Según Waldo (1996), en los sistemas pastoriles la productividad animal depende en un 70 % de la cantidad de alimento que pueda consumir y un 30 % de la digestibilidad de la materia seca. Dicho de otra forma, para poder maximizar la producción animal es más importante el consumo que la eficiencia con que se digiera y metabolice los nutrientes.

Uno de los principales factores que influyen sobre la carga animal, además de la cantidad y la calidad de la pastura; es el número de animales por hectárea bajo pastoreo (Carámbula, 1977).

Cangiano (1997), asevera que el consumo animal bajo pastoreo está regulado a través de factores nutricionales y no nutricionales. Los primeros son la digestibilidad del

alimento, el tiempo en el rumen, y la concentración de productos metabólicos. Mientras que los segundos incluyen a la capacidad de cosecha del animal como tasa de bocado, tiempo de pastoreo y el peso de bocado. Dicho factor, es la variable que mayor importancia tiene sobre el consumo. Depende de la altura de la pastura, por lo que puede expresarse términos del volumen y la densidad del forraje. Cuando la altura de la pastura es baja, tiene un menor peso de bocado, por lo que el animal aumenta el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado, como manera de compensar.

2.6.2. Datos de trabajos anteriores

El trabajo realizado por Agustoni et al. (2008) fue sobre terneros holando pastoreando una pradera de segundo año, y las especies que componían la mezcla eran *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Foglino y Fernández (2009), trabajaron en una pradera perenne de primer año igual que el año anterior.

En otro trabajo, con las siguientes mezclas (*Lolium perenne*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens*; y *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens*). Fariña y Saravia (2010), obtuvieron las ganancias que muestran el siguiente cuadro y producciones de carne diferentes correspondiente a las distintas mezclas; 545 kg/há de carne la mezcla que contiene raigrás y 590 kg/há la que contiene festuca.

Laluz et al. (2015), realizaron su trabajo de tesis de grado sobre cuatro mezclas forrajeras en su primer año de vida, donde las especies que componían la mezcla fueron; *Dactylis glomerata*, *Medicago sativa*, *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos.

Cuadro 1. Ganancia individual, por hectárea y asignaciones de trabajos anteriores

Trabajos realizados (autores)	Ganancia individual (kg/animal/día)	Ganancia animal (kg/ha)	Asignación kg MS/100 kg PV
Agustoni et al. (2008)	1,45	530	6
Foglino y Fernández (2009)	2,1	438	6
Fariña y Saravia (2010)	2,6	545	5-7
Laluz et al. (2015)	1,2	650	4,5

En una pastura perenne de tercer año de vida a diferentes dotaciones pastoreada con novillos Holando, De Souza y Presno (2013), obtuvieron ganancias diarias de 0,8; 0,92; 0,76; 0,73 kg/animal/día, con sus respectivas asignaciones de forraje de 6,6; 8,7; 9,0 y 23,0 % de PV respectivamente. A medida que fue aumentando la oferta de forraje, la producción de carne por hectárea disminuyó; en los siguientes valores, 545, 415, 345 y 163 kg/ha respectivamente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.3. CONDICIONES EXPERIMENTALES

3.3.1. Lugar y período experimental

La fase experimental del presente trabajo fue realizada en la Estación Experimental Mario Alberto Cassinoni, perteneciente a la Facultad de Agronomía en el departamento de Paysandú. Se evaluaron dos mezclas forrajeras en su primer año de vida, en el período comprendido entre el 24 de junio y el 20 de setiembre de 2018, en los potreros número 32b y 35.

3.3.2. Descripción del sitio experimental

La Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, de escala 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976) indica que el área experimental se ubica sobre la Unidad San Manuel perteneciente a la Formación Geológica Fray Bentos. Los suelos que predominan son los Brunosoles Éútricos Típicos (Háplicos) superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosa. Asociados, se encontraron Brunosoles Éútricos Lúvicos (textura limosa) y Solonetz Solodizados Melánicos (textura franca).

Los potreros utilizados fueron los 32b y 35, con la siguiente distribución.

Potrero 32 b				
Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Bloque 2
Rg + TR	F + alfalfa	F + alfalfa	Rg + TR	
				Bloque 1
Rg + TR	Rg + TR	F + alfalfa	F + alfalfa	
Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	

Potrero 35 Molino				
Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Bloque 4
F + alfalfa	F + alfalfa	Rg + TR	Rg + TR	
				Bloque 3
F + alfalfa	Rg + TR	Rg + TR	F + alfalfa	
Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	

3.3.3. Condiciones meteorológicas

Uruguay tiene un clima templado a subtropical, con un promedio de 1200 mm anuales (Durán, citado por De Souza y Presno, 2013). Las temperaturas medias anuales son 16 °C en el sureste y 19 °C en la región norte. Enero –mes más cálido-, presenta medias de 22 °C y 27°C, mientras en julio –mes más frío- son de 11 °C y 14° para sureste y norte respectivamente (Berreta, citado por De Souza y Presno, 2013).

3.3.4. Antecedentes del área experimental

Las mezclas fueron evaluadas en su primer año de vida, y previo a la implantación de las mismas había un rastrojo de pradera mezcla con *Setaria italica* como componente principal, la cual no se implantó correctamente. Para preparar la cementsera se hicieron aplicaciones de 4 litros de glifosato pre siembra.

La fecha de siembra fue el 12 de marzo de 2018, y el método de siembra fue el tradicional, en línea las gramíneas y al voleo las leguminosas. La densidad de siembra para *Festuca arundinadea*, cv. *Thypoos* fue de 15 kg/ha, y para *Medicago sativa* cv. *Chaná* fue de 12 kg/ha. Por otro lado, la mezcla *Lolium perenne* cv. *Horizont* fue sembrado a una densidad de siembra de 18 kg/ha, y *Trifolium pratense* cv. *E116* a una densidad de de 6 kg/ha. Se fertilizó en junio con 150kg/ha de fertilizante binario 7-40-0 y 70 kg/ha de urea, y a principios del mes de agosto fue fertilizado con otros 70 kg/ha de urea.

3.3.5. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en 2 mezclas forrajeras, las cuales se combinaban una gramínea y una leguminosa, los mismos fueron:

T1- *Festuca arundinacea* y *Medicago sativa* (Fa)

T2- *Lolium perenne* y *Trifolium pratense* (RgT)

Las mezclas fueron pastoreadas con novillos de raza Holando de 20 meses de edad, con un peso individual promedio inicial de 474 kg, siendo asignados al azar a los diferentes tratamientos, de tal forma que el peso vivo promedio de las parcelas sea similar.

Se utilizó el peso inicial de los novillos como variable del análisis estadístico, siendo cada tratamiento pastoreado con 4 novillos en terminación, manteniendo una carga promedio durante el periodo experimental de 3,3 UG/ha, con peso vivo inicial similares entre las parcelas de los distintos tratamientos.

Se realizó un pastoreo por bloque con pastoreos rotativos desde el 24/06/17 hasta el 20/09/17. Se realizó un pastoreo rotativo tratando de dejar un remanente de de por lo menos 7 cm en la parcela para luego ser cambiados a la siguiente parcela.

3.3.6. Diseño experimental

Bloques completos al azar generalizado fue el diseño que se utilizó, el cual fue desarrollado en un área de 1,57 ha, divididas en 4 bloques. Las parcelas dentro de cada bloque son iguales entre sí, y entre los bloques existen diferencias topográficas, precisamente pendiente.



Cada bloque contiene dos repeticiones de cada tratamiento, se dividieron en cuatro parcelas iguales, y cada una contiene uno de los tratamientos mencionados anteriormente.

Figura 1. Disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Las variables estudiadas en dicho experimento fueron la producción de forraje en las diferentes mezclas forrajeras, su composición botánica, porcentaje de malezas y de suelos descubierto luego del pastoreo. Por otro lado se evaluó la evolución de los pesos vivos de los animales, así como sus ganancias individuales (kg/día), y las ganancias totales en los distintos tratamientos evaluados en el periodo que se realizó el trabajo.

3.4.1. Variables analizadas

A continuación, se describen las variables de interés y el procedimiento utilizado para la medición de las mismas para poder realizar el trabajo.

3.4.1.1. Forraje disponible y remanente de materia seca

La materia seca disponible (kg/ha) se define como la cantidad de materia seca que hay en la parcela antes del ingreso de los animales más la tasa de crecimiento de la misma durante el período de pastoreo. Por otra parte, el remanente es la materia seca (kg/ha) que queda luego de retirado los animales.

El forraje disponible medido previo al pastoreo y el forraje remanente de materia seca, fueron realizados con el fin de obtener la tasa de crecimiento entre esos períodos sucesivos y la materia seca desaparecida.

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

El método consiste en determinar una escala de apreciación visual, con 8 puntos diferentes tanto en disponibilidad de forraje como de rechazo del mismo, donde el punto máximo (8) se considera de mayor disponibilidad y el mínimo (1) el de menor, asimismo para el remanente de forraje. Para ello se utilizó el rectángulo de 0,50 por 0,20 metros, donde dentro de los mismos se tomaban tres alturas en forma diagonal, una en el medio y dos en cada extremo, el criterio utilizado para tomar las alturas fue medir el punto más alto en el cual la pastura tocaba la regla. Luego, con una tijera se realizó el corte de cada punto al ras del suelo dejando 1 cm de remanente. Cada escala fue embolsada y etiquetada con el bloque, parcela, y tratamiento, para tener la información precisa de cada muestra. Luego, el procedimiento en el laboratorio era el pesado de las muestras su peso en fresco y después de ponerlas 48 horas en una estufa de circulación forzada de aire a 60 °C se determinó su peso seco.

La altura de cada parcela se obtuvo promediando las alturas de cada muestra. Para determinar los kg de materia seca por hectárea, se utilizan el peso seco que representa cada muestra, y a partir de ello mediante el ajuste de una ecuación de regresión entre la altura del forraje en cm y los kg/ha de MS, y otra entre cada punto de la escala y los kg/ha de MS, se determinó cual de ambas variables (altura o escala) era la que tenía mayor correlación con la disponibilidad.

3.4.1.2. Altura del forraje disponible y remanente

Se realizaron dos tipos de medidas de altura. Las mediciones de altura disponible hacen referencia a la altura promedio en cm del forraje antes que los animales

ingresaron a la parcela, en cambio la altura de forraje rechazado o remanente, es igual que lo anterior pero luego que los animales finalizaron el pastoreo.

Para determinar las alturas, Se realizaron 40 mediciones para cada uno de los tratamientos en cada uno de los bloques con el mismo método que fue mencionado anteriormente, con una regla y hasta que el punto más alto de la lámina toca la regla. Las mediciones fueron realizadas en zigzag cada 20 pasos de forma de que las alturas medidas sean distribuidas al azar y pudiendo cubrir toda el área, se utilizó la misma ecuación de regresión.

3.4.1.3. Producción de forraje

La producción de forraje en kg de materia seca por hectárea se calcula como la diferencia entre el forraje disponible y el forraje remanente de la parcela, además se ajusta por la tasa de crecimiento de la pastura (días), durante el periodo de pastoreo.

3.4.1.4. Forraje desaparecido

Se define como la cantidad de materia seca que desaparece durante el periodo de pastoreo, se calcula como la diferencia entre el forraje disponible y el forraje remanente.

3.4.1.5. Porcentaje de utilización

Hace referencia a la cantidad de materia seca desaparecida en relación a la que había disponible. Se calculó mediante la relación entre la materia seca desaparecida y el forraje disponible antes de que comience el pastoreo.

3.4.1.6. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento del forraje (kg de MS/ha/día), es la cantidad de materia seca producida entre el periodo correspondiente entre dos pastoreos y se calcula como el forraje producido sobre el número de días que transcurrieron entre pastoreos, y es ajustado por los días de crecimiento entre ese periodo.

3.4.1.7. Composición botánica

Es la apreciación visual de grupos de especies: gramíneas, leguminosas, malezas, en la mezcla forrajera. A su vez los restos secos y suelo desnudo, todos estos parámetros fueron medidos en porcentaje mediante el método Botanal (Tohill et al., 1978). Los resultados fueron obtenidos mediante las 40 mediciones realizadas en cada tratamiento por parcela.

3.4.1.8. Suelo descubierto

Esta variable mide el nivel de cobertura del suelo, y es consecuencia de la implantación y el pastoreo principalmente, siendo de vital importancia por su incidencia en la erosión y compactación.

3.4.1.9. Peso de los animales

El peso de los animales se determinó individualmente mediante el uso de una balanza electrónica. Los animales se encontraban en ayuno durante 8 horas previo a que se pesaran. Se realizaron tres mediciones en peso (kg): 23/09, 22/10, 09/12 del 2017.

3.4.1.10. Ganancia de peso medio diario

Es la ganancia diaria por animal (kg/día) durante que transcurrió el periodo de pastoreo, sobre la ganancia total que obtuvo el animal en ese periodo. Se calculó como peso vivo final menos el inicial, sobre los días de pastoreo, expresado en número de días.

3.4.1.11. Producción de peso vivo por hectárea

Refiere a los kilogramos de carne producidos por hectárea (kg de peso vivo), durante el periodo de pastoreo. El cálculo se realizó como la ganancia total producida en el periodo donde los animales pastorearon sobre la superficie (ha), separado para cada tratamiento. De dicha forma se obtuvo la producción de carne por hectárea de cada tratamiento.

3.5. HIPÓTESIS

3.5.1. Hipótesis biológica

Ho: las variables estudiadas sobre las distintas mezclas forrajeras no tienen diferencias, tanto en la producción de forraje como de carne.

Ha: existe al menos una diferencia en el tipo de mezcla que influye sobre las variables estudiadas.

3.5.2. Hipótesis estadística

Ho: $T_1 = T_2$

Ha: existe al menos un T_i diferente de cero

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para realizar el análisis se utilizó el programa estadístico INFOSTAT, con el cual las variables medidas fueron estudiadas por medio del análisis de varianza (ANOVA) determinando si existen diferencias entre tratamientos. En caso de haberlas, se realiza una prueba DMS con el fin de constatar que tratamientos son los que difieren. En este caso se tomó un nivel de significancia del 10%.

3.6.1. Modelo estadístico

Se ajustó un modelo estadístico de acuerdo al experimento para poder realizar el análisis.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_j + T_i * E_j + \beta_k + e_{ijk}$$

Siendo:

- Y = variable de interés.
- μ = media general poblacional
- T_i = efecto del i-ésimo tratamiento.
- E_j = efecto de la j-ésima estaciones del año.
- $T_i * E_j$: interacción tratamiento, estaciones del año.
- β_k = efecto del k-ésimo bloque.
- e_{ij} = error experimental.
- Y_{ij} = es el valor del i-ésimo tratamiento, en la j-ésima repetición.

- i= 1; 2; tratamientos.
- j= 1; 2; estaciones del año.
- k= 1; 2; 3; 4; bloque
- ij=1; 2; 3; 4; interacción.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DATOS METEOROLÓGICOS

A los efectos de describir las condiciones ambientales ocurridas durante el período en estudio, se comparan los parámetros temperatura y precipitaciones del período con el de una serie histórica que permite concluir el grado de fiabilidad de los resultados obtenidos si se quisiera repetir el estudio en años posteriores.

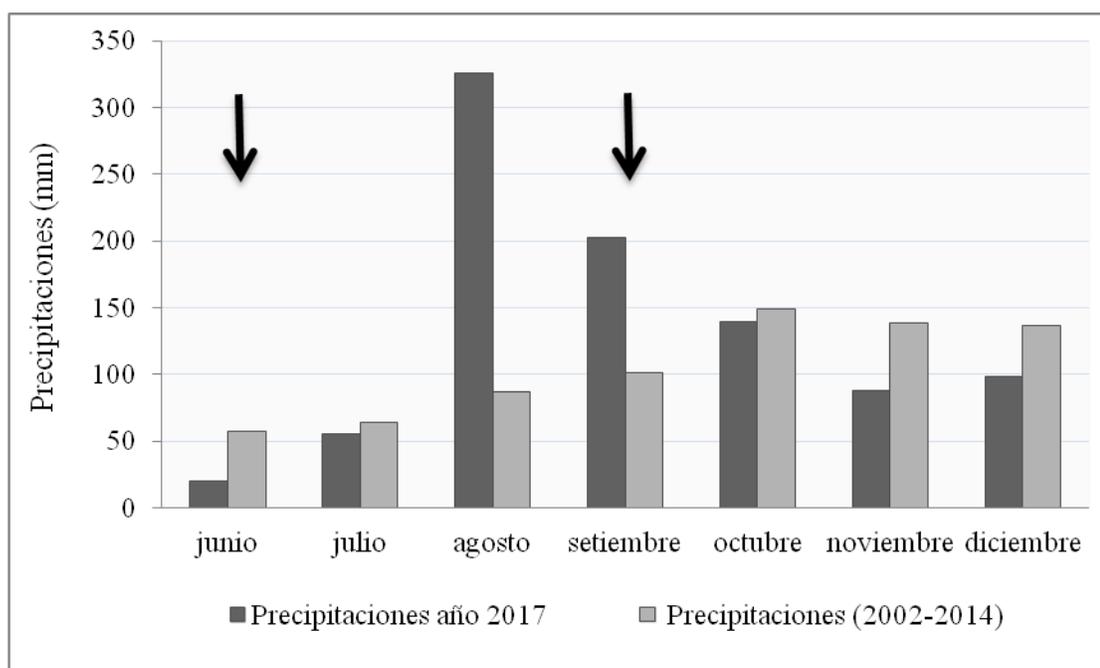


Figura 2. Comparación mensual de precipitaciones entre el año 2017 y la serie histórica 2002-2014

Los datos de precipitaciones y temperatura del experimento realizado, son comparados con una serie histórica que abarca 13 años (2002-2014), mediante gráficas entre los promedios de la serie y del año 2017 para el periodo de junio a diciembre. Las flechas indican el período de evaluación del experimento.

Los registros pluviométricos registrados durante el año en que se realizó el experimento (2017) fueron superiores a la serie histórica en la mayoría de los meses relevados, totalizando 929,7 mm para los meses de junio a diciembre. El año de estudio no presentó características similares a la media del período histórico.

El final del invierno del año 2017 presentó registros de precipitaciones elevados en comparación al período 2002-2014. En los meses de agosto y septiembre las diferencias fueron de más del doble, caracterizándose como un invierno con excesos

hídricos. Se destaca el mes de agosto en el que ocurrieron precipitaciones de 320 mm aproximadamente, 240 mm por encima del promedio histórico. Por lo contrario, a partir del mes de octubre las precipitaciones estuvieron por debajo del promedio histórico, siendo el mes de noviembre el de mayor brecha con 50 mm por debajo de la serie histórica. Ésta situación de bajas precipitaciones durante los meses de octubre, noviembre y diciembre provocó que en el último mes del año se haya registrado déficit hídrico (ver anexo 1).

Como puede observarse en la figura siguiente, durante todo el período del ensayo (junio-setiembre), se constataron mayores temperaturas a las de la serie histórica, con una máxima diferencia en el mes de julio de 2,7°C

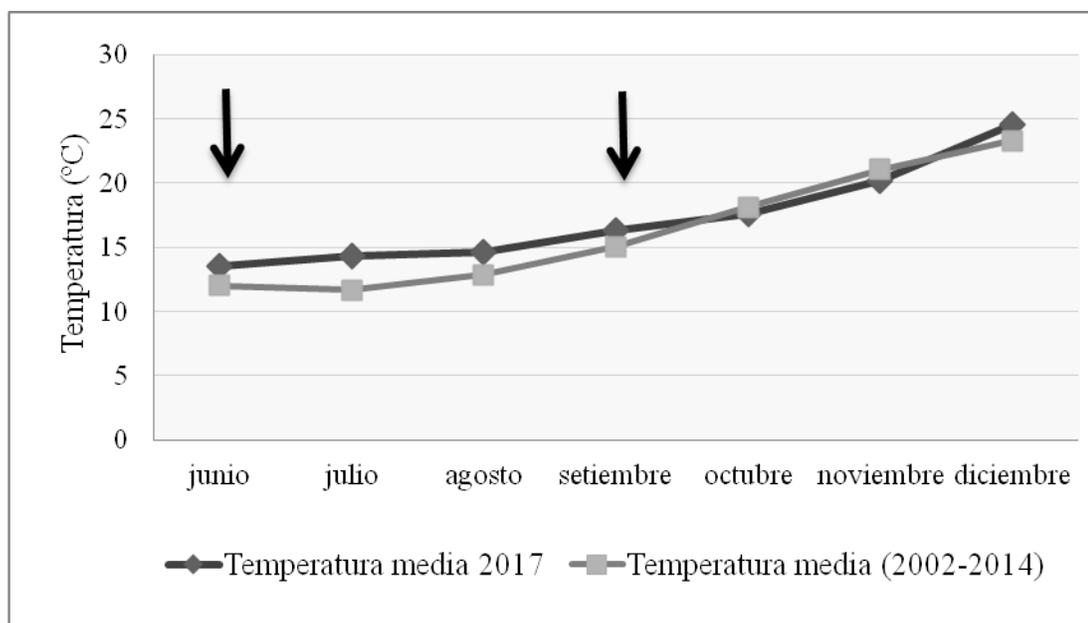


Figura 3. Comparación mensual del promedio de temperaturas para el año 2017 y la serie histórica 2002-2004

Las temperaturas medias, a partir del mes de agosto, superan los 15°C, entrando en el rango óptimo de temperaturas para las especies C3, categoría que engloba a todas las especies estudiadas en el experimento. Según Carámbula (1977), las especies como *Festuca arundinacea*, *Trifolium pratense*, *Lolium perenne* y *Medicago sativa* logran un buen desarrollo con temperaturas entre los entorno a los 20 °C. Se puede concluir que en la primavera donde las pasturas tienen mayor crecimiento y desarrollo no hubo limitantes para las mismas, salvo en los meses de junio y julio, que además de que las temperaturas estuvieron por debajo del rango óptimo las precipitaciones fueron bajas, incluso por debajo del promedio histórico.

4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.2.1. Forraje disponible

A continuación, se presentan los datos del forraje disponible promedio para cada tratamiento, expresados tanto en kg de MS/ha como en altura en centímetros.

Cuadro 2. Forraje disponible promedio (kg de MS/ha) según tratamientos

Tratamiento	Disponible (kg MS/ha)
Fa	3071 a
RgT	2404 b

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

Como puede observarse en el siguiente cuadro, los tratamientos son distintos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a disponibilidad de forraje entre las diferentes mezclas, siendo superior el tratamiento festuca y alfalfa.

La cantidad de forraje disponible excede a lo recomendado por Zanoniani et al. (2006) para mezclas sin alfalfa, los cuales afirman que se debería encontrar entre 1500 y 2000 kg/ha de materia seca disponible para el ingreso de los animales a la pastura. En mezclas que contengan alfalfa se recomienda entrar con unos 3000 kg de MS/ha.

Las diferencias encontradas se explican mayormente por el rendimiento de la componente gramínea, como se analizará en el apartado de tasa de crecimiento.

Se obtuvieron resultados elevados en la producción de forraje como muestra el cuadro No. 1, y puede estar explicado por diversos factores. En primer lugar, las condiciones climáticas para la implantación de las mezclas fueron las adecuadas para su desarrollo inicial, además las temperaturas en los meses de junio-setiembre estuvieron por encima de la media, cerca del rango óptimo para las especies C3 que componen la mezcla (Carámbula, 2002a). Junto con lo anteriormente mencionado, las condiciones que se presentaron en invierno e inicios de la primavera, tanto de temperatura como de precipitaciones, no fueron una limitante para el desarrollo de la mezcla.

Los resultados obtenidos en este trabajo, demuestran que no habría limitantes en cuanto a la disponibilidad de forraje de las mezclas que fueron llevadas a cabo, y se considera que no habría limitantes en cuanto a la persistencia de la misma. Al

compararse los datos recabados en el experimento con trabajos anteriores, se observan valores diferentes.

Albano et al. (2013) obtuvieron resultados que difieren con los expuestos anteriormente. La mezcla compuesta por *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*, arrojó resultados en torno a los 2700 kg/ha, mientras que la mezcla compuesta por alfalfa y dactylis presentó un disponible de 1700 kg MS/ha.

Sin embargo, en trabajos anteriores López et al. (2012) reportan valores cercanos a 2200 kg MS/ha sin diferencias estadísticamente significativa entre mezclas iguales a las presentadas por (Albano et al., 2013).

Los resultados obtenidos por Fariña y Saravia (2010), reportan datos de la primer mezcla compuesta por *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* logra una disponibilidad de 1700 kg MS/ha, y la segunda mezcla por *Lolium perenne*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens*, una disponibilidad de 1450 kg MS/ha.

Fogolino y Fernández (2009) obtuvieron 1700 kg MS/ha, con una mezcla de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Agustoni et al. (2008) obtuvieron valores más bajos que el anterior, utilizando la misma mezcla, y con asignaciones de 4,5 kg MS/100kg de PV disponibles obtuvieron 1400 kg MS/ha.

En el siguiente cuadro se observa el forraje disponible expresado en altura promedio (centímetros) para cada tratamiento.

Cuadro 3. Altura (cm) de forraje disponible según tratamiento

Tratamiento	Altura (cm)
Fa	26 a
RgT	24 a

A diferencia de los resultados obtenidos en la cantidad de materia seca del forraje disponible, la altura no presentó diferencias significativas entre las mezclas. Ambos tratamientos se encontraron por encima de lo recomendado por Zanioniani et al. (2006), los cuales recomiendan una altura de ingreso al pastoreo entre 18 y 20 cm, lo que permite recuperar el área foliar y el estado de la pastura, amortiguando el efecto de las intensidades de defoliación.

Ambos tratamientos tienen diferentes mezclas, las cuales requieren diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo. Para la alfalfa, el manejo del pastoreo óptimo es

con una frecuencia de 30 a 35 cm de altura, de manera tal que se acumule una cantidad adecuada de carbohidratos de reserva en la corona para posteriores rebrotes, y con una intensidad de 3 a 5 cm (Formoso, 2000). La festuca precisa de un manejo aliviado a fines del invierno y principios de la primavera para poder obtener un buen desarrollo radicular previo al verano, y no resulte perjudicada la productividad ni la persistencia de la misma. Por lo tanto, la frecuencia e intensidad, son dependientes del momento del año que se realice la defoliación, siendo el dato objetivo de 15 cm y 5 cm respectivamente (Carámbula, 2007a). El trébol rojo es de hábito erecto a partir de corona, por tanto precisa un descanso largo para acumular reservas. La frecuencia varía según la estación de crecimiento: en el invierno admite entre 15-18 cm de altura, mientras que en la primavera 20-24 cm, con una intensidad de 4 a 5 cm. El raigrás admite pastoreos más frecuentes y por su estructura de planta es recomendable que los animales entren a pastorear con una altura de 15 cm hasta los 4 a 5 cm para permitir una rápida recuperación de la planta (Carámbula, 2002a). Estos datos se deben tomar con relatividad ya que es lo recomendado para siembras puras.

Hay que destacar que la mezcla del tratamiento que contiene la alfalfa pudo ser la más perjudicada ya que la altura óptima de pastoreo es aproximadamente de 35 cm. Realizar pastoreos con menores alturas a las recomendadas pueden generar un menor nivel de reservas en la especie y perjudicar el rebrote (Rebuffo, 2000).

Sin embargo Carámbula (2007b), asevera que el objetivo de una mezcla es que cada especie utilice eficientemente los recursos ambientales y no, que cada una en particular maximice su potencial. Para ello busca la complementariedad de los ciclos sobre las especies que componen la mezcla y la uniformidad de forraje durante el año.

De acuerdo a lo expuesto por Zanoniani et al. (2006), por cualquiera de las dos variables expuestas anteriormente se pudo haber ingresado a pastorear previo a lo realizado, para no limitar el proceso de macollaje a favor del peso del macollo.

4.2.2. Forraje remanente

Al igual que forraje disponible, se analizó de la misma manera al remanente, también expresado en kg de MS/ha y en altura en centímetros.

Cuadro 4. Forraje remanente promedio (kg de MS/ha) según tratamiento

Tratamiento	Remanente (kg de MS/ha)
Fa	1806 a
RgT	1220 b

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

Se puede apreciar que los datos obtenidos en el forraje remanente, son los esperables, coincidiendo con el tratamiento que tuvo inicialmente un mayor forraje disponible, como lo fue la combinación de festuca con alfalfa. Sin embargo el tratamiento compuesto por raigrás y trébol rojo presentó un menor remanente concordando con un menor forraje disponible en kg MS/ha. Como ambos tratamientos tuvieron la misma carga y tiempo de pastoreo, es de esperar que no difieran en la altura del remanente.

A medida que hay una mayor oferta de forraje como lo hubo en el tratamiento 1, los remanentes son mayores. Cuando el forraje disponible ofrecido supera la demanda de los animales, y éstos consumen sin ninguna restricción, el forraje que no es consumido queda como excedente.

Los valores obtenidos de forraje remanente pueden considerarse similares al compararlos con el trabajo de Albano et al. (2013), en el cual obtuvieron valores de forraje remanente de 1353 kg Ms/ha para la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, y 790 kg MS/ha para la mezcla compuesta por dactylis y alfalfa.

Sin embargo para la misma mezcla que la anterior De Souza y Presno (2013), obtuvieron resultados entre 1500 y 2700 kg/ha de MS aproximadamente. El resultado superior corresponde al tratamiento en cual se utilizó una oferta de forraje superior.

A su vez, los valores de remanente obtenidos en el presente trabajo, se consideran altos si se comparan a los obtenidos por la tesis realizada por Arenares et al. (2011), con resultados de aproximadamente 700 kg MS/ha. Además, Agustoni et al. (2008), obtuvieron remanentes de 1000 kg/ha de MS aproximadamente. Hay que considerar que ambos trabajos fueron realizados en su segundo año de vida, variable que influye en el resultado. Al haber trabajado con altos remanentes, se pudo haber afectado el proceso de implantación y macollaje de la festuca por su lento establecimiento.

En el siguiente cuadro se observa el remanente expresado en altura promedio (centímetros) para cada tratamiento.

Cuadro 5. Altura (cm) de forraje remanente según tratamiento

Tratamiento	Altura (cm)
Fa	12,5 a
RgT	11,2 a

Los datos del cuadro No. 4 exhiben los resultados obtenidos de alturas remanentes entre los dos tratamientos, y muestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas.

Los resultados obtenidos se encuentran por encima de lo recomendado por Zanioniani et al. (2006), los cuales para especies que son de hábito erecto sugieren alturas entre 5 a 7,5 cm promedio.

Ambos tratamientos estuvieron por encima de los valores recomendados por la bibliografía, permitiendo no comprometer el desempeño futuro de la alfalfa (Carámbula, 2002c). Los altos remanentes favorecen a la alfalfa, ya que se puede comprometer el proceso de macollaje y enraizamiento fundamentales para la persistencia de la festuca, que posee muy bajo vigor inicial. A su vez, están asociados a una baja utilización del forraje, lo cual se verá en detalle en el correspondiente capítulo, concluyendo que los animales no hicieron diferencia entre los tratamientos y consumieron las pasturas de igual manera.

La realización de pastoreos con remanentes mayores a lo recomendado, puede tener efectos sobre el rebrote siguiente, debido a que el material remanente que queda es de peor calidad fotosintética. Por otro lado, manejos respetando las alturas recomendadas, favorece tanto el crecimiento aéreo como radicular, factor de suma importancia para pasturas de primer año (Laluz et al., 2015).

4.2.3. Evolución de la materia seca disponible y remanente

En la gráfica de la figura 4, se muestra la evolución del disponible y remanente evidenciada durante el pastoreo.

El tratamiento festuca y alfalfa en todo momento estuvo por encima del tratamiento raigrás y trébol, manteniendo siempre una cantidad de forraje mayor como consecuencia de una tasa de crecimiento superior.

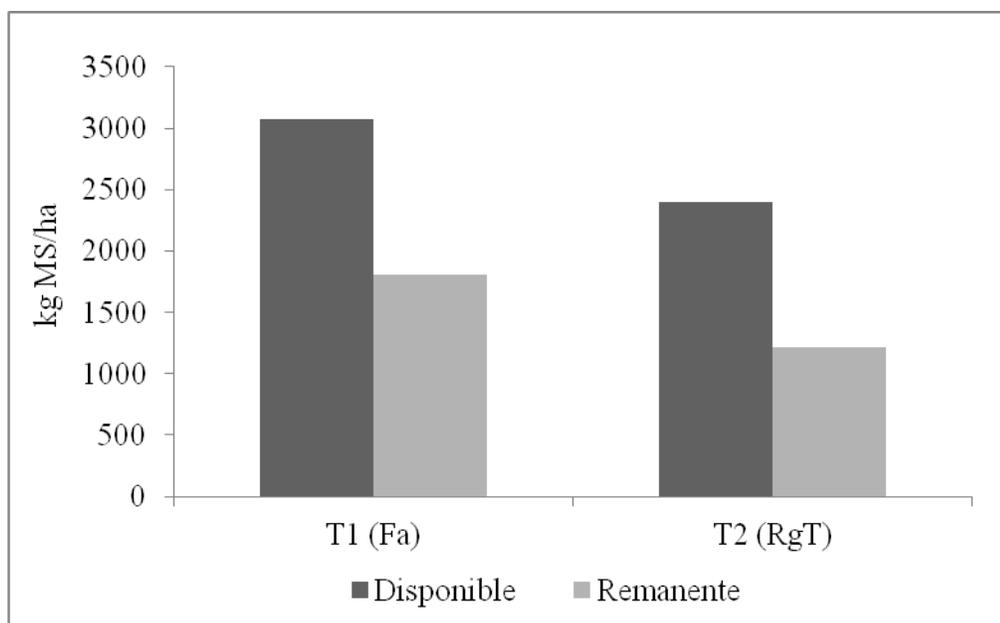


Figura 4. Evolución de la materia seca para ambos tratamientos

El primer pastoreo fue realizado desde el 24 de junio hasta el 20 de septiembre, mientras que el segundo comenzó el 3 de octubre, hasta principios de noviembre, dicho pastoreo no es analizado en este trabajo.

Las condiciones climáticas estresantes se dan en el mes de junio donde las precipitaciones están por debajo del promedio histórico, sin embargo se constató que durante el experimento no hubo condiciones estresantes por déficit hídrico, como se muestra en el anexo 1. La tasa de crecimiento durante los meses de invierno fue mayor en el tratamiento Fa, lo que se ve reflejado en la mayor cantidad de materia seca disponible en el primer pastoreo. El análisis sobre la tasa de crecimiento se refleja en más adelante.

4.2.4. Materia seca desaparecida

Se presenta a continuación, el cálculo de la cantidad de forraje desaparecida en cada tratamiento entre los bloques para todo el experimento. De acuerdo a lo que se espera teóricamente, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el forraje desaparecido entre los tratamientos.

Cuadro 6. Forraje desaparecido según tratamiento

Tratamiento	Desaparecido (kg de MS/ha)
Fa	1266 a
RgT	1184 a

Sin tener cambios en la carga animal durante el experimento, la diferencias en cuanto al forraje desaparecido puede ser explicado por los diferentes hábitos de crecimiento que tienen los tratamientos. La *Medicago sativa* como leguminosa acompañante del tratamiento 1, es una especie que presenta porte semi- erecto y erecto a partir de la corona (Rebuffo, 2000), mientras que la especie principal de esta mezcla la *Festuca arundinacea* tiene un hábito de crecimiento cespitoso a rizomatoso (Carámbula, 2002a). Por otro lado *Trifolium pratense* presenta un crecimiento erecto a partir de corona (Zanoniani, 2004) y el raigrás tiene un habito de crecimiento cespitoso (Carámbula, 2002a). Por lo tanto si se comparan en términos generales el hábito de crecimiento de los dos tipos de mezcla debería esperarse un similar forraje desaparecido debido a que ambos tratamientos tienen una especie erecta y una cespitosa. Los resultados coinciden con lo esperado ya que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

La cantidad de forraje desaparecido se relacionó más con el hecho de que la oferta de forraje no era limitante (7,7 % promedio) y se utilizaron cargas iguales que con una mayor utilización de la pastura, dado que como se verá en el ítem siguiente el valor de utilización fue similar. Las causas de este comportamiento ya fueron explicadas y se relacionan con un mejor comportamiento de la mezcla de festuca y alfalfa.

Según García (1995b), uno de los factores que afectan el consumo es la estructura de las plantas, además que se ve afectada por la proporción y tipos de especies que se encuentran en el tapiz vegetativo, también hay otros factores que influyen, como la edad de la pastura, la estación del año, el manejo del pastoreo entre otros.

El consumo de los animales es uno de los principales factores de los cuales depende el forraje desaparecido, pero no es el único. Las pérdidas por pisoteo de los animales, senescencia de hojas, así como también las pérdidas de producción y del porcentaje de utilización del forraje. Una baja utilización puede ser contrarrestada por una alta producción de forraje cuando el forraje disponible al momento del pastoreo es mayor (Agustoni et al., 2008).

4.2.6. Porcentaje de utilización

A continuación se expone la información del porcentaje de utilización para cada uno de los tratamientos. Habiendo utilizado las mismas dotaciones en las parcelas era de esperarse que en el porcentaje de utilización hubiera diferencias significativas entre los tratamientos, ya que tanto para el disponible como para el remanente existen diferencias entre ellos.

El porcentaje de utilización, hace referencia a un disponible inicial, sobre el cual se determina que proporción de éste fue utilizado. Por lo tanto, los kg de forraje disponible mayores en el tratamiento Fa, reflejan numéricamente que la proporción de ese forraje utilizado es menor, más allá que no haya diferencias entre los tratamientos. A su vez, en ambos tratamientos se puede ver una similar proporción de la componente leguminosa (ver composición botánica). Ambas mezclas presentan altos valores de la variable utilización debido a la estructura que compone la mezcla, y esto repercute en una gran producción de forraje al alcance del animal, lo cual se refleja en un buen valor de utilización para ambos tratamientos.

Cuadro 7. Porcentaje de forraje desaparecido según tratamiento

Tratamiento	% forraje desaparecido
Fa	40,8 a
RgT	49,2 a

Hay que tener en cuenta que la utilización no es solamente afectada por la estructura de la pastura, sino también por la oferta de forraje, como se mencionó anteriormente. Al aumentar la oferta de forraje, el porcentaje de utilización puede disminuir, y a su vez aumentarían los restos secos, por esa baja utilización de la pastura. Además, depende de otros factores como pueden ser, la carga animal y el tiempo en que ocupan la parcela, los cuales determinan cuanto del forraje va a desaparecer. Cabe recalcar que no todo el forraje desaparecido se corresponde con lo que realmente utiliza el animal, y eso se magnifica cuando se trabaja con altos valores de forraje disponible. La senescencia de hojas, el pisoteo, entre otros, son algunos factores que aportan al forraje desaparecido. A su vez, trabajando con iguales carga, similares tiempos de pastoreo y forraje disponible es de esperar que no haya diferencias entre tratamientos en términos de utilización. Por el contrario si se hubiera trabajado con un mayor tiempo de pastoreo se hubiera esperado una mayor cantidad de forraje desaparecido y por lo tanto mayores utilidades.

Si predominaran las leguminosas en el cuadro de composición botánica, se observarían mayores valores de porcentaje de utilización, debido a que estimulan un mayor consumo por parte del animal. El predominio de las mismas en la mezcla hace que el animal logre un mayor consumo con menor oferta de forraje debido a factores nutricionales que mejoran la facilidad de cosecha (Cangiano, 1997).

4.2.5. Tasa de crecimiento

Tal como se demuestra en el cuadro a continuación, hubo diferencias entre las tasas de crecimiento promedio de ambos tratamientos durante el período experimental.

Cuadro 8. Tasa de crecimiento (kg MS/ha/día) promedio de cada tratamiento

Tratamiento	Tasa de crecimiento
Fa	23,2 a
RgT	17,9 b

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

La tasa de crecimiento del tratamiento compuesto por festuca y alfalfa fue mayor que la de raigrás y trébol rojo, contrario a lo que se podría haberse esperado debido al lento establecimiento de la festuca y al buen vigor inicial, establecimiento y producción en el primer año, tanto del trébol rojo como del raigrás perenne (Carámbula, 2002a).

En buena medida, esto podría tener sustento en la particularidad de las condiciones ambientales ocurridas. De las especies estudiadas, la festuca es la de producción más temprana, pero no en el primer año en que es superada por el raigrás perenne (García, 2003). Por su tolerancia a crecer bien en lugares húmedos, se vio favorecida por las precipitaciones de agosto y setiembre, que estuvieron muy por encima del promedio ocurrido en el período 2002-2014, y a las temperaturas promedio entre junio y setiembre, que también estuvieron por encima del promedio de la serie mencionada, principalmente en julio. Por su parte la alfalfa, al ser de cv. Chaná (reposo corto), tiene alta producción en primavera y verano, media en otoño y baja producción en invierno. Las temperaturas superiores al promedio de la serie antedicha, pudieron haber adelantado la producción primaveral de la alfalfa.

Contrariamente, el raigrás perenne tiene la particularidad de que excesos de agua provocan reducción en el crecimiento de sus raíces adventicias en vigor y volumen y atrasan la entrega de forraje temprano en la primavera como consecuencia de que tiene alta respuesta al nitrógeno y este se pierde por lavado. Esto último, considerando que se

analizó hasta el 20 de setiembre hace que el grueso de la producción del raigrás no haya podido ser valorada en el presente trabajo, y los resultados no hayan sido los esperados. . En resumen, lo esperable hubiera sido que el raigrás produjera más que la festuca, y la alfalfa más que el trébol rojo (Blaser et al., 1956). Como se verá en el apartado de composición botánica, la primera situación de la fracción gramínea no se dio, probablemente porque la festuca se vio favorecida por las condiciones meteorológicas y el raigrás afectado por las mismas.

Cuanto menor es el tiempo en que se analizan variables, mayor es la incidencia que tienen los factores ambientales sobre el experimento, y por ende menor la certeza de que sus resultados se repliquen en años posteriores. Dicho esto y al haberse analizado solamente una porción del primer año, no se puede concluir que la producción de alguno de los tratamientos sea superior siempre.

Al comparar cualquiera de los dos tratamientos con datos presentados por (Leborgne, 1995), para una mezcla de *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y una gramínea perenne que para setiembre dieron una tasa de crecimiento de 36,5 kg MS/ha/día, los resultados de ambos tratamientos son lógicos. Al haberse analizado desde fines de junio hasta fines de setiembre, es esperable que sean menores a los obtenidos por el referido autor solo en setiembre, mes en que la tasa de crecimiento ya comienza a aumentar fuertemente.

4.2.6. Crecimiento ajustado

Como era de esperarse por haber diferencias significativas en la tasa de crecimiento, también la hubo en la producción de forraje.

Cuadro 9. Producción de forraje (kg MS/ha) en el período analizado

Tratamiento	Producción de forraje
Fa	3345 a
RgT	2613 b

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

El crecimiento ajustado incluye aparte del forraje disponible el ajustado por la tasa de crecimiento durante los días de pastoreo.

Las particularidades ambientales anteriormente mencionadas, con su incidencia en cada componente de las dos mezclas, es considerado un factor decisivo en la mayor producción del tratamiento que se considera de no haber habido los desvíos climáticos

que se mencionaron- debió haber tenido menor producción de forraje para el período estudiado.

4.2.7. Composición botánica

En el disponible no hubo diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las tres fracciones estudiadas en las dos mezclas: gramíneas, leguminosas y malezas.

Cuadro 10. Composición botánica del disponible expresado en porcentaje

Tratamiento	% Gramíneas	% Leguminosas	% Malezas
Fa	65,4 a	17,1 a	17,3 a
RgT	72,9 a	12,1 a	14,7 a

La falta de diferencia estadística entre las fracciones tiene lógica en el hecho de que ambas están compuestas por una gramínea y una leguminosa. Sin embargo, Formoso (2000a), Carámbula (2010) reportan que a partir del segundo año de vida las pasturas son dominadas por leguminosas en cuanto al aporte de forraje, y que posteriormente las gramíneas -ayudadas por el nitrógeno liberado por las leguminosas- comienzan a ocupar los espacios vacíos consecuencia de la menor persistencia de las leguminosas y revierten el liderazgo en aporte forrajero. La diferencia en el resultado esperado en este sentido, se cree es consecuencia de que el período de evaluación es durante el primer año y muy próximo a la siembra y las condiciones climáticas diferentes del promedio ocurridas en el período en estudio.

Cuadro 11. Composición botánica del remanente expresado en porcentaje

Tratamiento	% Gramíneas	% Leguminosas	% Malezas
Fa	54,2 a	10,4 a	15,0 a
RgT	54,9 a	8,0 a	18,4 a

En el remanente, en términos porcentuales tampoco hubo diferencias significativas entre los componentes de los tratamientos, coincidente con lo presentado para el disponible. Esto podría tener sustento en que ambas mezclas tienen similar calidad de forraje por ser todas especies C3 y tener alta digestibilidad por la época de evaluación.

De los cuadros anteriores se evidencia que para el tratamiento Fa la fracción que más disminuyó su participación en la mezcla festuca y alfalfa fue la de las leguminosas (39 %), seguido por las gramíneas (17 %) y por último por las malezas (13 %), indicando que éstas fueron más consumidas que las otras dos fracciones. Esto es coincidente con la bibliografía, en que Carámbula (2010) sostiene que las leguminosas son más apetecibles que las gramíneas, principalmente por el mayor contenido proteico y menor proporción de paredes celulares. Dentro de las leguminosas, el *Lotus pedunculatus* podría ser la excepción respecto a gramíneas apetecibles como *Dactylis glomerata*, *Bromus auleticus* o *Lolium multiflorum* por la presencia de taninos condensados que disminuyen su palatabilidad (Ayala et al., 2000).

En la otra mezcla la disminución de la fracción leguminosa también fue mayor: 34 % contra 25 % de las gramíneas. Sin embargo a diferencia del otro tratamiento, el porcentaje de malezas aumentó (20 %), lo que significa que no fueron consumidas o lo fueron en menor medida. Esto podría deberse a que las malezas presentes en este tratamiento sean menos apetecibles, o que sean igual de apetecibles pero sea mayor la diferencia de palatabilidad respecto al tratamiento de raigrás y trébol rojo. Sin embargo, no se puede afirmar que esta fracción siempre sea menos apetecible que las otras fracciones ya que al comprender a todas las especies que no sean las sembradas, el abanico de especies es muy grande, incluyendo en ocasiones especies de muy buena calidad como raigrás o trébol blanco.

Cuadro 12. Composición botánica del forraje disponible en materia seca

Tratamiento	Gramíneas (kg MS/ha)	Leguminosas (kg MS/ha)	Malezas (kg MS/ha)
Fa	1997,9 a	519,8 a	549,6 a
RgT	1751,2 a	292,5 a	357,6 a

Al igual que en la comparación de las fracciones en términos porcentuales, no se encontraron diferencias significativas entre ninguna de ellas. La cercanía de las fechas en que analizó el disponible respecto a la de siembra pudo haber influido en los resultados, ya que al estar recién comenzando a desarrollarse productivamente, las

especies no han tenido tiempo de demostrar sus virtudes productivas y así notar diferencias en términos de época de mayor producción, entre otras.

Cuadro 13. Composición botánica del forraje remanente en materia seca

Tratamiento	Gramíneas (kg MS/ha)	Leguminosas (kg MS/ha)	Malezas (kg MS/ha)
Fa	945,9 a	193,1 a	313,2 a
RgT	689,5 a	94,1 b	227,6 a

En el remanente sin embargo, se encontraron diferencias significativas en cantidades de forraje de leguminosas entre ambos tratamientos, en parte por haber partido de cantidades de forraje disponible distintas.

Una posibilidad es que el trébol rojo haya sufrido las consecuencias del pastoreo en mayor medida que la alfalfa no solo por requerir de suelos bien drenados y ser susceptible al pisoteo por corona superficial (Carámbula, 2002a), situación probable por las altas precipitaciones ocurridas durante el experimento, sino también por haber alcanzado un menor desarrollo y estar menos preparada para sus primeros pastoreos. También podría ser porque la alfalfa por estar más desarrollada tuviera mayor cantidad de lignina (menor terneza) por su mayor cantidad de tallos y por ello haber sido menos consumida, y el trébol rojo además al tener solo pecíolo además ofrece menor resistencia al arrancado. En las otras dos fracciones no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

4.2.8. Suelo descubierto

A continuación se presenta el detalle de la evolución del suelo descubierto durante el período experimental.

Cuadro 14. Suelo descubierto promedio del disponible y remanente en porcentaje

Tratamiento	% suelo descubierto disponible	% suelo descubierto remanente
Fa	0,8 a	18,73 b
RgT	1,26 a	28,58 a

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

En el caso del disponible, no existieron diferencias significativas entre tratamientos, mientras que para el remanente si hubo diferencias significativas, encontrándose un mayor nivel de suelo descubierto en la mezcla compuesta por raigrás y trébol rojo. El raigrás, a pesar de su gran adaptación al pastoreo, fue afectado por las abundantes lluvias ocurridas a fines de invierno, que como se comentó afecta el crecimiento en tamaño y volumen de sus raíces en particular al tratarse del año de implantación- e hicieron a esta especie más susceptible al pisoteo durante el pastoreo, perdiendo plantas con el consiguiente espacio descubierto (Carámbula, 2002a). También la componente leguminosa de ese tratamiento demostró haberse resentido más que la alfalfa, posiblemente a través de la muerte de plantas por el pisoteo en suelos cargados de agua, como se explicó en el análisis anterior. También podría explicarse por el hábito de la festuca, que comparado al raigrás es más postrado, logrando cubrir mejor el suelo.

Se puede apreciar cómo tras el pasaje del ganado y la consecuente desaparición de parte de la materia seca inicial, el porcentaje de suelo descubierto de ambos tratamientos aumenta drásticamente. Esto se debe a que a pesar de la mayor densidad del estrato inferior con el tipo de especies sembradas no se logra cubrir la totalidad del suelo ya que no hay especies estoloníferas entre las estudiadas.

4.3. PRODUCCIÓN ANIMAL

A continuación se analizarán los resultados obtenidos de la producción animal tanto individual como por unidad de área para los distintos tratamientos.

Cuadro 15. Peso vivo y carga

Tratamiento	PV inicial	PV final	UG/ha promedio
Fa	467	561	3,3
RgT	481	567	3,3

Los animales que se encontraban pastoreando ambos tratamientos, eran novillos en terminación, y trabajar con ellos implica que para obtener una buena producción de carne por hectárea se debe contar con elevadas producciones de forraje asignando una oferta de forraje considerable.

El siguiente cuadro muestra la disponibilidad de materia seca, la carga expresada como peso vivo por hectárea, y la asignación diaria de forraje, promedios para ambos tratamientos.

Cuadro 16. Asignación diaria de forraje, carga y disponible

Tratamiento	Forraje disponible kg MS/ha	Carga PV/ha	Asignación kg MS/100 kg PV
Fa	3345	1320	8,6
RgT	2613	1320	6,8

Con respecto a la disponibilidad de materia seca existen diferencias entre ambos tratamientos, pero estas no deberían de afectar la performance animal ya que en ambos casos supera los 2000 kilos y 15 centímetros de altura por lo que según Beretta et al. (2008) la capacidad de cosecha animal estaría afectada únicamente por la asignación de forraje. Estas ofertas similares pueden repercutir en las ganancias diarias de los animales, pero como se verá en el cuadro siguiente, no hubo diferencias entre los tratamientos, una de las explicaciones puede ser que no tuvo diferencias en la calidad de la mezcla, la composición botánica no tuvo diferencias entre ellas.

4.3.1. Ganancia individual

En este punto, se analizara la performance animal, para ello en el siguiente cuadro se muestra la ganancia media individual para los dos tratamientos y su evolución durante el periodo de estudio.

Cuadro 17. Ganancia media diaria (kg/día)

Tratamiento	Primer pesada	Segunda pesada	Tercer pesada	Ganancia promedio (kg/día)
Fa	0,19 a	1,13a	2,0 a	1,1
RgT	0,20 a	1,6 a	1,58 a	1,1

Como se puede ver en el cuadro las ganancias diarias de la primer pesada son en entorno a los 0.2 kilos diarios y después aumentan drásticamente hasta ganancias de entre 1.5 a 2 kilos diarios. Esto se debe al cambio de dieta de los animales y el periodo de acostumbramiento a la pastura, tal como dice Blanco (1999), cuando ocurren cambios en la alimentación, suele conducir a una disminución del consumo ya que se producen modificaciones en el número y tipo de bacterias y protozoarios en el rumen. Todo cambio en la dieta requiere un período de acostumbramiento del animal y del

rumen a esa nueva dieta. Cuando este periodo no se cumple porque los componentes de la dieta se modifican abruptamente, están mal balanceados o son mal suministrados, ocasionan desórdenes en el metabolismo y fermentación. Están ampliamente aceptados períodos de acostumbramiento que varían entre 7 y 14 días para el rumen, existiendo también un período de adaptación a nivel enzimático y hormonal que requiere de otros 4 a 7 días, una vez estabilizado el rumen. Por lo que el período total de acostumbramiento varía entre los 11 y 21 días.

En promedio los animales ganaron 1.1 kilos para el tratamiento de festuca y alfalfa y 1.12 kilos para el tratamiento de raigrás y trébol rojo, durante el período experimental por lo que no se encontraron diferencias significativas ni a campo ni estadísticamente. Aunque es de destacar que la diferencia en las ganancias de la última pesada es considerable, no se explica por diferencias en la composición botánica entre los tratamientos ya que no hubo diferencias significativas.

4.3.2. Producción de peso vivo por animal y por hectárea

En el siguiente cuadro se muestra la ganancia en peso vivo por animal promedio y la producción por hectárea durante el periodo experimental.

Cuadro 18. Producción y ganancia por animal

Tratamiento	Ganancia de PV kg/cab	Producción kg/ha
Fa	95	220 a
RgT	85	240 a

Como era de esperarse dado que no hubo diferencias en los ítems anteriores, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a producción de carne por hectárea ni en ganancia en peso vivo por animal. Al no encontrarse diferencias en los ítems anteriores estudiados, quienes son los que determinan la producción animal tampoco se encontraron discordancias con lo analizado en el presente ítem. No era de esperarse que la producción de peso vivo varíe si se trabajó con animales de similar peso, edad, en parcelas con características similares y con la misma carga.

Según Almada et al. (2007) para poder mejorar la producción de carne por hectárea, se deben fijar asignaciones menores de forraje, y con esa mayor carga focalizar en ser más eficiente en la utilización del forraje disponible.

Analizando datos de la bibliografía, De Souza y Presno (2013) en dos tratamientos con carga de 1607 y 1671 kg de PV/ha lograron ganancias promedio de 1,1 kg PV/día en los dos primeros pastoreos de fechas muy similares a las del presente trabajo. Por su parte, Albano et al. (2013), lograron en el mismo año, para una pastura de dactylis y alfalfa ganancias diarias de 0,9 kg PV/día con una menor asignación promedio (5,1 %), y para festuca, trébol blanco y lotus ganancias de 0,95 kg PV/día con asignación de 8,7 % promedio, siendo ambas mezclas de primer año.

Se puede concluir que al trabajar con iguales cargas, el tratamiento Fa que resultó superior en producción de forraje no logró traducir esa diferencia a ganancia animal. Era de esperar, que si se hubiera trabajado con iguales ofertas de forraje, el mencionado tratamiento lograra mayores ganancias diarias.

4.4. CONSIDERACIONES FINALES

El tratamiento compuesto por *Festuca arundinacea* y *Medicago sativa* tuvo un comportamiento superior para varias de las variables analizadas de producción de forraje, aunque no para la producción animal. Se debe tener en cuenta que tanto la temperatura como las precipitaciones ocurridas en el período en cuestión estuvieron alejadas del promedio de la serie 2002-2014, por temperaturas superiores en todos los meses, y precipitaciones muy superiores en agosto y setiembre.

En cuanto al forraje disponible y remanente, hubo diferencias significativas a favor de la mezcla mencionada, a pesar de no ser lo esperable. El desvío se debe a la fracción gramínea, en que raigrás debió haber sido superior a la festuca, mientras que en los hechos hubo diferencia numérica (no significativa) a favor de la festuca. En cuanto a la altura, no hubo diferencias estadísticamente significativas ni en el disponible ni en remanente. A pesar de ello tanto la altura de entrada como la de salida del pastoreo no respetaron lo recomendado por la bibliografía citada.

Se puede afirmar que la calidad de ambas mezclas son iguales, ya que a igual carga, hábitos de crecimiento y tiempo de pastoreo la materia seca desaparecida fue prácticamente la misma. Este igual consumo numérico, frente a disponibles distintos, revela que el porcentaje de utilización de la mezcla compuesta por *Lolium perenne* y *Trofolium pratense* fue numéricamente superior, a pesar de que estadísticamente no hubo diferencias significativas.

Tanto la tasa de crecimiento como el crecimiento ajustado, en concordancia con el dato de forraje disponible, fueron mayores para el tratamiento considerado superior. Respecto a la composición botánica, porcentualmente no hubo diferencias entre ninguna de las fracciones, producto de que ambas mezclas estaban compuestas por una gramínea y una leguminosa, tratarse de todas especies C3 en su primer año y haber sido evaluadas en una época de alta digestibilidad. Al evaluarse la composición en términos de materia

seca, no hubo diferencias entre fracciones en el disponible pero sí en el remanente, entre leguminosas. A pesar de que la alfalfa fue más consumida, su remanente fue mayor por partir de un disponible también mayor, aunque sin diferencias significativas.

El suelo descubierto no presentó diferencias significativas en el disponible, pero si en el remanente, en que ambos tratamientos aumentaron. El tratamiento compuesto por raigrás y trébol rojo tuvo mayor suelo descubierto estadísticamente, por el hábito más postrado de la festuca que el raigrás y posiblemente por el bajo desempeño de este último componente.

Respecto a la performance animal del proyecto, no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables estudiadas. Al haber igual número de animales frente a forraje disponible distinto, la asignación de forraje fue numéricamente distinta, siendo mayor la de festuca y alfalfa, lo cual a su vez justifica el menor porcentaje de utilización numérico medido en este tratamiento. A pesar de las distintas asignaciones de forraje, no se llegó al remanente de 5-7 cm recomendado resultando en que la variable materia seca desaparecida fue prácticamente igual.

En el primer pastoreo las ganancias diarias obtenidas fueron muy inferiores a cualquiera de los siguientes pastoreos, explicado por el cambio en la dieta de los animales y el período de acostumbramiento a la nueva pastura. Al no haber habido diferencias en el consumo ni en las ganancias se reafirma la conclusión de que no existieron diferencias en calidad entre ambas pasturas.

Se considera, que de haberse hecho los pastoreos hasta la altura de 5-7 cm como lo sugiere la bibliografía, el tratamiento compuesto por festuca y alfalfa hubiera logrado mayores ganancias tanto individuales como por hectárea como consecuencia de un mayor volumen de forraje consumido.

5. CONCLUSIONES

En cuanto a la producción de forraje el tratamiento Fa fue estadísticamente superior explicado por las condiciones ambientales del año en estudio y su impacto en las gramíneas.

Como a pesar de que la superioridad de un tratamiento se trabajó con iguales cargas y tiempos de pastoreo, la cantidad de forraje desaparecido no presentó diferencias significativas.

Al haberse trabajado con ofertas de forraje altas que resultaron en cantidades de forraje desaparecido iguales, el desempeño en producción de carne fue igual para ambas mezclas. Si se hubiera ajustado la carga y oferta de forraje para el tratamiento superior, este hubiera demostrado su supremacía también en producción animal.

6. RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de forraje, composición botánica y producción de carne de dos mezclas compuestas por una gramínea y una leguminosa, en su primer año en el período invierno-primaveral. Los tratamientos se dividieron en *Lolium perenne* cv. Horizon más *Trifolium pratense* cv. E116 y *Festuca arundinacea* cv. Thyphoon con *Medicago sativa* cv. Chaná. El período analizado fue desde el 24 de junio de 2018 hasta el 20 de setiembre del mismo año, utilizándose un diseño experimental de bloques al azar, compuesto por cuatro bloques divididos en parcelas que contenían dos repeticiones de cada tratamiento. En cada parcela se utilizaron cuatro novillos Holando de similares pesos al inicio y distribuidos al azar, con carga promedio de 3,38 UG/ha. El experimento se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario Alberto Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay), en los potreros 32b y 35 (Latitud: 32° 22' 31.00'' S, Longitud 58° 03' 46.00'' O). El método de pastoreo fue rotativo, utilizando como criterio de cambio de franjas una intensidad de entre 5 y 7 cm. Se observaron diferencias significativas en la tasa de crecimiento, forraje disponible, forraje remanente y crecimiento ajustado a favor del tratamiento Fa, y en composición botánica remanente medida en kilogramos hubo diferencias en la fracción leguminosa del mismo tratamiento. Por su parte, el suelo descubierto remanente del tratamiento RgTr fue estadísticamente superior. Para las restantes variables analizadas no se encontraron diferencias significativas.

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

7. SUMMARY

The aim of this study was to evaluate forage production, botanical composition and animal production of two different forage mixtures composed by one grass specie and one legume, during their first year in the winter-spring period. Treatments were *Lolium perenne* cv. Horizon with *Trifolium pretense* cv. E116, and *Festuca arundinacea* cv. Thyphoon with *Medicago Sativa* cv. Chaná. The experiment was conducted at the Experimental Station Dr. Mario Alberto Cassinoni (Faculty of Agronomy, University of the Republic, Paysandú, Uruguay), in paddocks numbers 32b and 35 (latitude 31° 22' 31.00'' S, longitude 58° 03' 46.00'' O). The experiment started on June 24, 2018 and finished on September 20 of the same year, using a complete random blocks design, comprising of four blocks divided in plots, each containing two repetitions of each treatments. In each plot three Holstein bullocks were used, with similar weights at the beginning and randomly distributed, with an average charge of 3,38 UG/ha. The grazing method was rotational, and the criterion was to change fringes when reaching 5-7 cm of intensity. Significant differences were observed in growth rate, available forage, remaining forage and adjusted growth in favour of Fa treatment, and in residual botanical composition measured in kilograms there were differences in favour of the legume fraction of the same treatment. On the other hand, in the remainder uncovered ground RgTr treatment was statistically superior. No significant differences were found for the other parameters analyzed.

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

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agustoni, F.; Bussi, C.; Shimabukuro, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp.10-77.
2. Albano J. S.; Platero, T.; Sarachu, N. 2013. Evaluación invierno-primaveral de mezclas forrajeras en su primer año de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 109 p.
3. Almada, F.; Palacios, M.; Villalba, S.; Zipitría, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp. 3-82.
4. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
5. Ayala, W; Bermúdez, R; Quintans, G. 2000. Lotus Maku, manejo, producción y utilización de semillas: comportamiento productivo de lotus maku como nueva alternativa para engorde ovino. Montevideo, INIA. 26 p. (Serie Técnica no. 119).
6. _____.; Bemhaja, M.; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Silva, J.; Cotro, B.; Rossi, C. 2010. Forrajeras: catálogo de cultivares 2010. Montevideo, INIA. 131 p. (Otros Documentos no. 38).
7. Barbarosa, R. s.f. Implantación de pasturas perennes: algunas consideraciones. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. s.p. Consultado jul. 2018. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
8. Barnes, D. K.; Scheaffer, C. C. 1995. Alfalfa. In: Barnes, R. F.; Miller, D. A.; Nelson, C. J. eds. Forages: an introduction to grassland agriculture. 5th.ed. Ames, IA, Iowa State University Press. v.1, pp. 206-211.
9. Barthram, G. T.; Bolton, G. R.; Elston, D. A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium preenne*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. Agronomie. 19 (6): 445-456.

10. Blanco, M. del R. 1999. El alimento y los procesos digestivos en el rumen. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 4 p. Consultado jun. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/46-Tabla.pdf
11. Blaser, R. E.; Taylor, T.; Griffeth, W.; Skrdla, W. 1956. Seedling competition in establishing forage plants. *Agronomy Journal*. 48 (1): 1-6.
12. Brancato, A.; Panissa, R. J.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 84 p.
13. Brougham, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7 (5): 377-387.
14. _____. 1959. The effects of frequency and intensity of grazing on the productivity of pastures of short-rotation rye grass and red and white clover. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2: 1232-1243.
15. Cangiano, C. 1996. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. *Producción animal en pastoreo*. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
16. _____. 1997. *Producción animal en pastoreo*. Balcarce, Buenos Aires, Argentina, La Borrosa. 139 p
17. Carámbula, M. 1977. *Producción y manejo de pasturas sembradas*. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. 463 p.
18. _____. 1991. Aspectos relevantes para producción forrajera. Montevideo, INIA. pp. 34-40 (Serie Técnica no. 19).
19. _____. 1994. *Siembra de mejoramientos en cobertura*. Montevideo, Uruguay, INIA. 19 p. (Serie Técnica no. 46).
20. _____. 1996. *Pasturas naturales mejoradas*. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
21. _____. 2002a. *Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje*. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1. 357 p.

22. _____. 2002b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2. 371 p.
23. _____. 2002c. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3. 413 p.
24. _____. 2004. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3.413 p.
25. _____. 2007a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, p. 186.
26. _____. 2007b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2. 357 p.
27. _____. 2010. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. t. 1. 357 p.
28. 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.
29. Chilibroste, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as.,1998, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
30. _____.; Soca, P.; De Armas, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangüé. no. 27: 15-17.
31. Cullen, B. R.; Chapman, D. F.; Quigley, P. E. 2006. Comparative defoliation tolerance of temperate perennial grasses. Grass and Forage Science. 61 (4): 405-412.
32. De Souza, P. A.; Presno, J. P. 2013. Productividad invierno-primaveral de praderas mezcla con *Festuca Arundinacea* o *Dactylis Glomerata* en su tercer año pastoreadas con novillos Holando con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 110 p.
33. Deregibus, V.; Casal, J.; Jacobo, E.; Gibson, D.; Kauffman, M.; Rodríguez, A. 1994. Evidence that Heavy Grazing May Promote the Germination of

Lolium multiflorum Seeds via Phytochrome-Mediated Perception of High Red/Far-Red Ratios. *Functional Ecology*. 8(4): 536-542.

34. Díaz Lago, J. E.; García J. E.; Rebuffo, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en Montevideo, INIA. 12 p. (Serie Técnica no. 71).
35. Escuder, C. J. 1997. Manejo de la defoliación; efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C. A. ed. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Buenos Aires, Argentina, La Borrosa. pp. 65-83.
36. Fariña, M.; Saravia, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp. 7- 82.
37. Fisher, G. E. J.; Mayne, C. S.; Wright, I. A. 2000. Grassland management under grazing and animal response. In: Hopkins, A. ed. Grass: its production and utilization. Oxford, Blackwell Science. pp. 247-291.
38. Foglino, F.; Fernández, F. 2009 Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, t. blanco, *Lotus corniculatus* y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 68 p.
39. Formoso, F. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
40. Fulkerson, W. J.; Slack, K. 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*: 2. Effect of defoliation frequency and height. *Grass and Forage Science*. 50 (1): 16-20.
41. Frame, J. 1996. Forage legumes for temperate grasslands. Plymouth, FAO/Science Publishers. 309 p.
42. García, J. A. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela, INIA. 40 p. (Serie Técnica no.133).
43. Gastal, F. ; Bélanger, G.; Lemaire, G. 1992. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. *Annals of Botany*. 70: 437-442.

44. Heitschmidt, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management*. 40: 216-223.
45. Hodgson, J. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 44: 99-104.
46. Holmes, W. 1989. *Grass: its production and utilization*. 2nd. ed. Oxford, UK, Blackwell. 306 p.
47. Hudson, R. J.; Richmond, R. J.; Christoherson, R. 1977. Comparison of forage intake and digestibility by american bison, yak and cattle. *Acta Theriologica*. 22 (9-19): 225-230.
48. INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). 2018. Catálogo. (en línea). Montevideo. pp. 3-88. Consultado may. 2019. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/PubForrajeraPeriodo2018.pdf
49. _____ 2019. Catálogo. (en línea). Montevideo. 2 p. Consultado jun. 2019. Disponible en <http://www.inia.org.uy/productos/cvforrajeras/e116.pdf>
50. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2019. Catálogo. (en línea). Montevideo. 2 p. Consultado jun. 2019. Disponible en <http://www.inia.org.uy/productos/cvforrajeras/raigras.pdf>
51. Izaguirre, P.; Beyhaut, R. 1998. Las leguminosas en Uruguay y regiones vecinas: Parte 1 Papilionidae. Montevideo, Hemisferio Sur. 549 p.
52. Kemp, D. R.; Dowling, P. M. 2000. Towards sustainable temperate perennial pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 40 (2): 125-132.
53. Laluz, R.; Martino, S.; Rovira, F. 2015. Producción de forraje y carne de cuatro mezclas forrajeras en su primer año de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp. 1-72.
54. López, L. I.; Zerbino, J. P.; Álvarez, M. 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.

55. Langer, R. H. M. 1963. Tillering in herbage grasses. *Herbage Abstracts*. 33: 141-148.
56. _____. 1981. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 4-524.
57. Leborgne, R. s.f. *Antecedentes técnico y metodología para la presupuestación en establecimientos lecheros*. 2^a. ed. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 53 p.
58. Loydi, A.; Eckstein, R. L.; Otte, A.; Donath, T. W. 2013. Effects of litter on seedling establishment in natural and semi-natural grasslands: a meta-analysis. *Journal of Ecology*. 101(2): 454-464.
59. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2017. *Anuario estadístico agropecuario*. (en línea). Montevideo. 214 p. Consultado abr. 2018. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/sites/diea-anuario2017web01a.pdf>
60. Montes Narbondo, E. 2016. Poniéndole la lupa a la ganadería vacuna del Uruguay: faena-stock-exportaciones-precios. (en línea). *Revista del Plan Agropecuario*. no. 158: 34-39. Consultado abr. 2018. Disponible en http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/Revista_on_line/Revista_158/files/assets/basic-html/page3.html
61. Morón, A. 2000. Alfalfa: fertilidad de suelos y estado nutricional en sistemas agropecuarios de Uruguay. (en línea). *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*. no. 8:s.p. Consultado abr. 2018. Disponible en <http://www.inia.org.uy/sitios/lesis/fertilizacion/IPNIAlfalfaUruguayMoron.pdf>
62. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and measurements of pasture production. *In: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford)*. Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606-611.
63. Núñez, G.; Espinoza, J.; Salinas, H.; Gutiérrez, J.; Medina, G.; Dovel, R. 2000. *Manejo agronómico de praderas*. (en línea). México, D. F., s.e. 6 p. Consultado jun. 2018. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/48-manejo_agronomico_de_praderas.pdf

64. Parsons, A. J.; Penning, P. D. 1988. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. *Grass and Forage Science*. 43 (1): 15-27.
65. _____; Harvey, A.; Woledge, J. 1991. Plant-animal interactions in a continuously grazed mixture. 1. Differences in the physiology of leaf expansion and the fate of leaves of grass and clover. *Journal of Applied Ecology*. 28: 619-634.
66. Pineiro, J.; Harris, W. 1978. Performance of mixtures of ryegrass cultivars and prairie grass with red clover cultivars under two grazing frequencies. I. Herbage production in the establishment year. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 21: 83-92.
67. Procampo, UY. 2019. Typhoon ficha técnica. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado jun. 2019. Disponible en <https://www.procampouruguay.com/wp-content/uploads/2019/01/Typhoon-hoja-t%C3%A9cnica-2018.pdf>
68. Rebuffo, M. 2000. Distribución estacional de forraje. Adopción de variedades en Uruguay. Variedades de alfalfa. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. *Tecnología en alfalfa*. Montevideo, Uruguay, INIA. 5-13 (Boletín de Divulgación no. 69).
69. _____. 2001. Implantación. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D.; Restaino, E. eds. *Tecnología en alfalfa*. Montevideo, INIA. pp. 29- 36 (Boletín de Divulgación no. 69).
70. Rosengurtt, B.; Arrillaga de Maffei, B.; Izaguirre de Artucio, P. 1970. Gramíneas uruguayas. Montevideo, Universidad de la República. 489 p.
71. Saldanha, S.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2010. Intensidad del pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv Horizon. *Agrociencia* (Montevideo). 14 (1): 44-54.
72. Santiñaque, F. 1979. Estudios sobre la productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 86 p.
73. _____.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. *Investigaciones Agronómicas*. no. 2: 16-21.

74. 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.
75. 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.
76. Tothill, J.; Hargreaves, J.; Jones, R. 1978. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. Tropical Agronomy Technical Memorandum. no. 8: 85-91.
77. Velasco, M. E.; Hernández, A.; González, V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. Técnica Pecuaria en México. 43 (2): 247-258.
78. Waldo, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage -concentrate interaction. Journal of Dairy Science. 69 (2): 617-631.
79. Wheeler, J. L. 1962. Experimentation in grazing management. Herbage Abstracts. 32: 1-7.
80. Zanoniani, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangüé. no. 15: 13-17.
81. _____; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25: 5-11.
82. _____; Boggiano, P.; Cadenazzi, M.; Silveira, D. 2006. Producción otoño – invernol 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.

9. ANEXOS**Anexo No. 1. Balance hídrico**

MES	P	ETP	kc	ETR	P-ETP	ALM	varALM	DEFICIENCIA	EXCESO
						86			
Mayo	71,83	32,72	0,9	29,45	42,38	86	0	0	42,38
	130,75	19,75	0,9	17,78	112,98	86	0	0	112,98
Junio	13,15	23,34	0,9	21,01	-7,86	78,14	-7,86	0	0
	6,82	31,51	0,9	28,36	-21,54	56,61	-21,53	0	0
Julio	53,8	22,83	0,9	20,55	33,25	86	30	0	3,25
	1,01	34,4	0,9	30,96	-29,95	56,05	-29	0	0
Agosto	175,42	25,19	0,9	22,67	152,75	86	29,95	0	122,8
	150,6	38,73	0,9	34,86	115,74	86	0	0	115,74
Setiembre	150,26	31,62	0,9	28,46	121,8	86	0	0	121,8
	52,27	43,3	0,9	38,97	13,3	86	0	0	13,3
Octubre	42,66	53,06	0,9	47,75	-5,09	80,91	-5,09	0	0
	96,47	60,16	0,9	54,14	42,33	86	5,09	0	37,23
Noviembre	41,14	79,63	0,9	71,67	-30,53	55,47	-30,53	0	0
	46,98	82,92	0,9	74,63	-27,65	27,83	-27,65	0	0
Diciembre	19,28	86,58	0,9	77,92	-58,64	0	-27,83	30,82	0
	79,25	83,92	0,9	75,53	3,72	3,72	3,72	0	0

Anexo No. 2. Cantidad MS y altura del forraje disponible y remanente**Forraje disponible (kg MS)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISP Kg/HA	16	0,66	0,54	16,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4306546,08	4	1076636,52	5,39	0,0119
Tratamiento	1783026,09	1	1783026,09	8,92	0,0124
BLOQUE	2523519,99	3	841173,33	4,21	0,0328
Error	2198709,14	11	199882,65		
Total	6505255,22	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=401,45422

Error: 199882,6491 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	3071,96	8	158,07 A
Rg+TR	2404,31	8	158,07 B

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

Forraje remanente (Kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM Kg/HA	16	0,66	0,53	27,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3634347,54	4	908586,89	5,27	0,0128
Tratamiento	1371077,06	1	1371077,06	7,95	0,0167
BLOQUE	2263270,48	3	754423,49	4,38	0,0294
Error	1896238,14	11	172385,29		
Total	5530585,69	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=372,81946

Error: 172385,2858 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	1806,04	8	146,79 A
Rg+TR	1220,58	8	146,79 B

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

Altura disponible

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT DISP	16	0,81	0,74	16,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	782,28	4	195,57	11,51	0,0006
Tratamiento	8,70	1	8,70	0,51	0,4891
BLOQUE	773,57	3	257,86	15,18	0,0003
Error	186,90	11	16,99		
Total	69,18	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=3,70135

Error: 16,991 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	25,85	8	1,46 A
Rg+TR	24,38	8	1,46A

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT REM	16	0,57	0,42	21,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	95,14	4	23,78	3,67	0,0392
Tratamiento	6,89	1	6,89	1,06	0,3248
BLOQUE	88,25	3	29,42	4,54	0,0265
Error	71,35	11	6,49		
Total	166,48	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,28686

Error: 6,4861 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	12,48	8	0,90 A
Rg+TR	11,16	8	0,90 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)**Anexo No. 3. Forraje desaparecido y % de utilización y altura del utilizable.****Forraje desaparecido (Kg MS)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DES Kg./HA	16	0,25	0,00	43,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1048310,37	4	262077,59	0,92	0,4844
Tratamiento	27035,58	1	27035,58	0,10	0,7633
BLOQUE	1021274,79	3	340424,93	1,20	0,3549
Error	3119530,27	11	283593,66		
Total	4167840,64	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=478,18586

Error: 283593,6611 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	1265,93	8	188,28 A
Rg+TR	1183,71	8	188,28 A

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% UTIL	16	0,39	0,17	31,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1404,50	4	351,13	1,79	0,2020
Tratamiento	289,00	1	289,00	1,47	0,2508
BLOQUE	1115,50	3	371,83	1,89	0,1897
Error	2163,50	11	196,68		
Total	3568,00	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=12,59304

Error: 196,6818 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Rg+TR	49,25	8	4,96 A
Fest.+ alf.	40,75	8	4,96 A

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
UTIL ALTURA	16	0,78	0,71	34,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	824,27	4	206,07	9,99	0,0012
Tratamiento	0,14	1	0,14	0,01	0,9357
BLOQUE	824,13	3	274,71	13,32	0,0006
Error	226,82	11	20,62		
Total	1051,09	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=4,07746

Error: 20,6197 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	13,39	8	1,61 A

Rg+TR 13,20 8 1,61 A

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

Anexo No. 4. Tasa de crecimiento y crecimiento ajustado.

Tasa de crecimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T CREC	16	0,82	0,76	16,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	556,22	4	139,06	12,64	0,0004
Tratamiento	110,78	1	110,78	10,07	0,0089
BLOQUE	445,45	3	148,48	13,50	0,0005
Error	120,97	11	11,00		
Total	677,19	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,97773

Error: 10,9970 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	23,23	8	1,17 A
<u>Rg+TR</u>	<u>17,96</u>	<u>8</u>	<u>1,17 B</u>

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

Crecimiento ajustado

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CREC AJUS	16	0,63	0,50	16,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4642686,25	4	1160671,56	4,77	0,0178
Tratamiento	2145492,56	1	2145492,56	8,81	0,0128
BLOQUE	2497193,69	3	832397,90	3,42	0,0564
Error	2678142,69	11	243467,52		
Total	7320828,94	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=443,06657

Error: 243467,5170 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	3345,25	8	174,45 A
<u>Rg+TR</u>	<u>2612,88</u>	<u>8</u>	<u>174,45 B</u>

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

Anexo No. 5. Composición botánica y suelo descubierto del disponible y remanente.

% Gramíneas disponible

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRAM %	16	0,18	0,00	18,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	413,39	4	103,35	0,62	0,6572
Tratamiento	229,45	1	229,45	1,38	0,2652
BLOQUE	183,94	3	61,31	0,37	0,7775
Error	1831,72	11	166,52		
Total	2245,11	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=11,58730

Error: 166,5203 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Rg+TR	72,97	8	4,56 A
Fest.+ alf.	65,40	8	4,56 A

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

% Leguminosas disponible

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LEG%	16	0,21	0,00	62,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	246,81	4	61,70	0,74	0,5868
Tratamiento	99,35	1	99,35	1,18	0,2998
BLOQUE	147,46	3	49,15	0,59	0,6367
Error	923,02	11	83,91		
Total	1169,84	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=8,22542

Error: 83,9111 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	17,14	8	3,24 A
Rg+TR	12,15	8	3,24 A

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

% Malezas disponible

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MALEZA%	16	0,32	0,07	68,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	615,84	4	153,96	1,28	0,3360
Tratamiento	27,54	1	27,54	0,23	0,6418
BLOQUE	588,30	3	196,10	1,63	0,2391
Error	1323,85	11	120,35		
Total	1939,69	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=9,85079

Error: 120,3498 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	17,31	8	3,88 A
Rg+TR	14,69	8	3,88 A

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

% Suelo descubierto

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S.D.	16	0,38	0,16	118,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,25	4	2,56	1,72	0,2153
Tratamiento	0,86	1	0,86	0,57	0,4643
BLOQUE	9,39	3	3,13	2,10	0,1580
Error	16,38	11	1,49		
Total	26,62	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,09558

Error: 1,4886 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Rg+TR	1,26	8	0,43 A
Fest.+ alf.	0,80	8	0,43 A

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

Gramíneas disponible (Kg/ ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISP GRAM (Kg/Hà)	16	0,29	0,03	26,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1137577,25	4	284394,31	1,12	0,3951
Tratamiento	243295,56	1	243295,56	0,96	0,3483
BLOQUE	894281,69	3	298093,90	1,18	0,3632
Error	2788592,69	11	253508,43		
Total	3926169,94	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=452,11058

Error: 253508,4261 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	1997,88	8	178,01 A
Rg+TR	1751,25	8	178,01 A

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

Leguminosas disponible (Kg/ ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIS LEG(Kg/Hà)	16	0,23	0,00	67,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	244287,50	4	61071,88	0,81	0,5467
Tratamiento	206570,25	1	206570,25	2,73	0,1270
BLOQUE	37717,25	3	12572,42	0,17	0,9172
Error	833822,25	11	75802,02		
Total	1078109,75	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=247,22300

Error: 75802,0227 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	519,75	8	97,34 A
Rg+TR	292,50	8	97,34 A

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

Leguminosas disponible 2 (Kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIS LEG 2(Kg/Ha)	16	0,32	0,07	95,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1271168,75	4	317792,19	1,29	0,3326
Tratamiento	15939,06	1	15939,06	0,06	0,8040
BLOQUE	1255229,69	3	418409,90	1,70	0,2250
Error	2711854,19	11	246532,20		
Total	3983022,94	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=445,84644

Error: 246532,1989 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	549,63	8	175,55 A
Rg+TR	486,50	8	175,55 A

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

Malezas disponible (Kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISP MALEZAS (Kg/Ha)	16	0,46	0,27	72,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1027337,25	4	256834,31	2,36	0,1177
Tratamiento	147456,00	1	147456,00	1,35	0,2695
BLOQUE	879881,25	3	293293,75	2,69	0,0977
Error	1199570,50	11	109051,86		
Total	2226907,75	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=296,52753

Error: 109051,8636 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	549,63	8	116,75 A
Rg+TR	357,63	8	116,75 A

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

% Gramíneas remanente

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRAM %1	16	0,62	0,48	19,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2006,86	4	501,71	4,50	0,0213
Tratamiento	2,06	1	2,06	0,02	0,8943
BLOQUE	2004,80	3	668,27	5,99	0,0113
Error	1226,26	11	111,48		
Total	3233,12	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=9,48076

Error: 111,4781 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Rg+TR	54,89	8	3,73 A
Fest.+ alf.	54,17	8	3,73 A

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

% Leguminosas remanente

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LEG%1	16	0,09	0,00	62,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36,92	4	9,23	0,27	0,8881
Tratamiento	23,34	1	23,34	0,70	0,4222
BLOQUE	13,58	3	4,53	0,13	0,9372
Error	369,34	11	33,58		
Total	406,26	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=5,20316

Error: 33,5767 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	10,43	8	2,05 A
Rg+TR	8,01	8	2,05 A

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

% Malezas remanente

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MALEZA%	1 16	0,74	0,64	31,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	866,09	4	216,52	7,65	0,0034
Tratamiento	46,56	1	46,56	1,64	0,2261
BLOQUE	819,53	3	273,18	9,65	0,0021
Error	311,44	11	28,31		
Total	1177,53	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=4,77795

Error: 28,3130 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Rg+TR	18,45	8	1,88 A
Fest.+ alf.	15,04	8	1,88 A

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

% Restos secos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R SECOS %	16	0,86	0,81	32,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2778,38	4	694,59	16,78	0,0001
Tratamiento	11,78	1	11,78	0,28	0,6043
BLOQUE	2766,60	3	922,20	22,27	0,0001
Error	455,45	11	41,40		
Total	3233,83	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=5,77792

Error: 41,4044 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	20,37	8	2,27 A
Rg+TR	18,65	8	2,27 A

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

% Suelo descubierto

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S.D %	16	0,70	0,59	45,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2858,66	4	714,66	6,29	0,0069
Tratamiento	387,60	1	387,60	3,41	0,0918
BLOQUE	2471,06	3	823,69	7,25	0,0059
Error	1249,96	11	113,63		
Total	4108,62	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=9,57195

Error: 113,6328 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Rg+TR	28,58	8	3,77 A
Fest.+ alf.	18,73	8	3,77 B

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

Gramíneas remanente (Kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM GRAM(Kg/Ha)	16	0,44	0,23	36,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	745592,75	4	186398,19	2,13	0,1457
Tratamiento	262912,56	1	262912,56	3,00	0,1113
BLOQUE	482680,19	3	160893,40	1,83	0,1992
Error	964822,69	11	87711,15		
Total	1710415,44	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=265,93524

Error: 87711,1534 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	945,88	8	104,71 A
Rg+TR	689,50	8	104,71 A

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

Leguminosas remanente (Kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM LEG(Kg/Ha)	16	0,41	0,19	70,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	77288,25	4	19322,06	1,90	0,1802
Tratamiento	39204,00	1	39204,00	3,86	0,0752
BLOQUE	38084,25	3	12694,75	1,25	0,3387
Error	111705,50	11	10155,05		
Total	188993,75	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=90,48767

Error: 10155,0455 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	193,13	8	35,63 A
Rg+TR	94,13	8	35,63 B

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

Malezas remanente (Kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM MALEZAS (Kg/Ha)	16	0,68	0,56	63,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	683384,25	4	170846,06	5,72	0,0097
Tratamiento	29326,56	1	29326,56	0,98	0,3429
BLOQUE	654057,69	3	218019,23	7,30	0,0058
Error	328405,69	11	29855,06		
Total	1011789,94	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=155,15203

Error: 29855,0625 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	313,25	8	61,09 A
Rg+TR	227,63	8	61,09 A

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

Restos secos remanente (Kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM R. SECOS	16	0,86	0,81	30,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	521636,50	4	130409,13	17,38	0,0001
Tratamiento	83521,00	1	83521,00	11,13	0,0066
BLOQUE	438115,50	3	146038,50	19,46	0,0001
Error	82535,50	11	7503,23		
Total	604172,00	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=77,78082

Error: 7503,2273 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	353,75	8	30,63 A
Rg+TR	209,25	8	30,63 B

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

Anexo No. 6. Producción animal.

Kilos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
KG	16	0,05	0,00	27,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	411,28	2	205,64	0,33	0,7221	
Tratamientos	340,69	1	340,69	0,55	0,4702	
Kg INICIO	147,22	1	147,22	0,24	0,6330	0,09
Error	8006,16	13	615,86			
Total	8417,44	15				

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=21,97418

Error: 615,8582 gl: 13

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Fest.+ alf.	95,03	8	8,88 A
Rg+TR	85,59	8	8,88 A

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

Kilos/día

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
KG/DIA	16	0,05	0,00	27,55

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	0,06	2	0,03	0,33	0,7230	
Tratamientos	0,05	1	0,05	0,55	0,4724	
Kg INICIO	0,02	1	0,02	0,24	0,6308	1,1E-03
Error	1, 14	13	0,09			
Total	1, 20	15				

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,26213

Error: 0,0876 gl: 13

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Fest.+ alf.	1, 13	8	0,11 A
Rg+TR	1,02	8	0,11 A

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