

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA MEZCLA Y CARGA SOBRE LA PRODUCCIÓN ESTIVO-
OTOÑAL DE PRADERAS DE DISTINTO LARGO DE VIDA PASTOREADAS
CON NOVILLOS HOLANDO CON DISTINTAS DOTACIONES

por

Matías Facundo LUCERO RIVERO

Uruguay MELAZZI LUZARDO

Agustín ROMANO SANABRIA

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2020

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. Pablo Boggiano

Ing. Agr. MSc. David Silveira

Ing. Agr. María Elena Mailhos

Fecha: 13 de agosto de 2020

Autores:

Matías Facundo Lucero Rivero

Uruguay Melazzi Luzardo

Agustín Romano Sanabria

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 gran disposición a lo largo de dicho trabajo.

Al personal de la EEMAC por su ayuda en el trabajo de laboratorio, al Ing. Agr. Felipe Casalás y el Ing. Agr. Nicolás Caram por su disposición a la hora de evacuarnos dudas, así como también a la Lic. Sully Toledo y personal de biblioteca, por la corrección de tesis y la ayuda con el material bibliográfico.

A los compañeros que estuvieron desde nuestros inicios en 2015 y los pertenecientes a la generación EEMAC 2018.

Agradecemos enormemente a nuestras familias y amigos por el apoyo brindado a lo largo de nuestra carrera y por permitirnos concretar esta fuerte vocación por la agronomía.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. <u>OBJETIVOS</u>	2
1.1.1. <u>Objetivo general</u>	2
1.1.2. <u>Objetivos específicos</u>	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <u>CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LAS MEZCLAS</u>	3
2.1.1. <u><i>Festuca arundinacea</i></u>	3
2.1.2. <u><i>Medicago sativa</i></u>	6
2.1.3. <u><i>Lolium perenne</i></u>	8
2.1.4. <u><i>Trifolium pratense</i></u>	10
2.2. <u>MEZCLAS FORRAJERAS</u>	13
2.2.1. <u>Importancia de la mezcla de especies</u>	14
2.2.2. <u>Componentes de las mezclas</u>	14
2.2.3. <u>Dinámica de las mezclas</u>	15
2.3. <u>EFFECTOS DEL PASTOREO</u>	16
2.3.1. <u>Aspectos generales</u>	16
2.3.2. <u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	17
2.3.2.1. <u>Intensidad</u>	17
2.3.2.2. <u>Frecuencia</u>	18
2.3.3. <u>Efectos sobre las especies que componen la mezcla</u>	19
2.3.4. <u>Efecto sobre la fisiología de las plantas</u>	20
2.3.4.1. <u>Efectos sobre el rebrote</u>	20
2.3.4.2. <u>Efecto sobre las raíces</u>	21
2.3.4.3. <u>Efecto sobre la utilización de forraje</u>	22
2.3.4.4. <u>Efecto sobre la morfología y estructura de las plantas</u>	23
2.3.4.5. <u>Efecto sobre la composición botánica</u>	24
2.3.4.6. <u>Efecto sobre la persistencia</u>	25
2.3.4.7. <u>Efecto sobre la calidad</u>	26
2.3.5. <u>Efectos del pastoreo sobre el desempeño animal</u>	27
2.4. <u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u>	29
2.4.1. <u>Aspectos generales de la producción animal</u>	29

2.4.2. <u>Relación entre consumo – disponibilidad – altura</u>	29
2.4.3. <u>Relación oferta de forraje – consumo</u>	30
3. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES	33
3.1.1. <u>Lugar y período experimental</u>	33
3.1.2. <u>Información meteorológica</u>	33
3.1.3. <u>Descripción del período experimental</u>	33
3.1.4. <u>Antecedentes del área experimental</u>	34
3.1.5. <u>Tratamientos</u>	34
3.1.6. <u>Diseño experimental</u>	34
3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	35
3.2.1. <u>Mediciones de las principales variables</u>	35
3.2.1.1. <u>Forraje disponible y rechazado</u>	35
3.2.1.2. <u>Altura del forraje disponible y remanente</u>	36
3.2.1.3. <u>Producción de forraje</u>	36
3.2.1.4. <u>Materia seca desaparecida</u>	36
3.2.1.5. <u>Porcentaje de utilización</u>	37
3.2.1.6. <u>Composición botánica</u>	37
3.2.1.7. <u>Peso de los animales</u>	37
3.2.1.8. <u>Ganancia de peso media diaria</u>	37
3.2.1.9. <u>Oferta de forraje</u>	37
3.2.1.10. <u>Producción de peso vivo</u>	37
3.2.1.11. <u>Componentes estructurales de la pastura</u>	37
3.3. HIPÓTESIS	37
3.3.1. <u>Hipótesis biológica</u>	37
3.3.2. <u>Hipótesis estadística</u>	38
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	38
3.4.1 <u>Modelo estadístico de producción de forraje</u>	38
3.4.2 <u>Modelo estadístico de producción animal</u>	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. DATOS METEOROLÓGICOS	40
4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE	42
4.2.1. <u>Forraje disponible</u>	42
4.2.1.1. <u>Altura de forraje disponible</u>	43
4.2.2. <u>Forraje remanente</u>	43
4.2.2.1. <u>Altura de forraje remanente</u>	44
4.2.3. <u>Composición botánica</u>	45
4.2.4. <u>Forraje desaparecido</u>	47
4.2.5. <u>Utilización</u>	48
4.2.6. <u>Tasa de crecimiento</u>	49
4.2.7. <u>Producción de materia seca</u>	50
4.2.8. <u>Suelo descubierto</u>	50

4.2.9. <u>Oferta de forraje</u>	51
4.3. <u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u>	52
4.3.1. <u>Ganancia media diaria por animal y oferta de forraje</u>	52
4.3.2. <u>Producción de carne por hectárea</u>	53
5. <u>CONCLUSIONES</u>	54
6. <u>RESUMEN</u>	55
7. <u>SUMMARY</u>	56
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	57
9. <u>ANEXOS</u>	66

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción de forraje promedio en el segundo año de vida de <i>Medicago sativa</i> cultivar Estanzuela Chaná, expresado en kg/MS/ha.....	8
2. Disponibilidad promedio de forraje en kg/ha de MS para cada mezcla.....	42
3. Disponibilidad promedio de forraje en kg/ha de MS para cada carga.....	42
4. Altura de forraje disponible en cm para cada mezcla.....	43
5. Remanente promedio de forraje en kg/ha de MS para cada mezcla.....	44
6. Altura de forraje remanente en cm para cada mezcla.....	44
7. Composición botánica de cada mezcla expresada en porcentaje.....	46
8. Forraje desaparecido en Kg/ha de MS para cada mezcla.....	47
9. Forraje desaparecido en Kg/ha de MS para cada carga.....	48
10. Porcentaje de utilización para cada mezcla.....	48
11. Porcentaje de utilización para cada carga.....	49
12. Tasa de crecimiento en Kg/ ha de MS/día para cada mezcla.....	49
13. Tasa de crecimiento en Kg/ha de MS/día para cada carga.....	49
14. Crecimiento ajustado para cada mezcla.....	50
15. Crecimiento ajustado para cada carga.....	50
16. Porcentaje de suelo descubierto para cada mezcla (%S.d.).....	51
17. Oferta de forraje para cada tratamiento expresada como kg de materia seca por día cada 100 kg de peso vivo.....	51
18. Ganancias de PV en el periodo de evaluación.....	52

19. Ganancias en kg PV/a/día y oferta de forraje para cada tratamiento en el periodo de evaluación.....	52
20. Producción de carne por hectárea.....	53
Figura No.	
1. Producción de festuca Tacuabé, Typhoon y Rizomat siembra 2008.....	5
2. Producción estacional de forraje promedio, máximo y mínimo.....	13
3. Disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental.....	35
4. Comparación mensual de precipitaciones entre el año 2019 y la serie histórica 1961- 1990.....	40
5. Comparación mensual del promedio de temperaturas para el año 2019 y la serie histórica 1961-1990.....	41
6. Composición botánica promedio del forraje disponible para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.....	45
7. Composición botánica promedio del forraje remanente para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.....	46

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería uruguaya mayoritariamente presenta como base forrajera al campo natural, en la última década 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 de hectáreas, 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 Narbondo, 2016). A su vez, la agricultura y la forestación pasaron de ocupar el 14 al 30% y del 6 al 15% respectivamente (MGAP. DIEA, 2017).

Existen diferentes tipos de mejoras, las cuales, permiten ampliar la gama de recursos forrajeros. De esta forma, dichas mejoras incluyen desde los procesos más simples extensivos, como es el agregado de fertilizantes y semillas en cobertura a la pastura nativa, hasta los más complejos en los sistemas intensivos, donde se reemplaza totalmente la vegetación existente por siembra convencional o sobre rastrojos por siembra directa.

La interacción entre animales y pasturas está dada a través del efecto de los animales en la utilización, composición, rebrote y persistencia de las pasturas bajo pastoreo, efecto de las características de las pasturas y la estructura de las mismas en el comportamiento, consumo y producción animal. El consumo y la selectividad por parte de los animales tienen una importancia fundamental en la producción y eficiencia de los sistemas pastoriles (Hodgson, Poppi et al., citados por Montossi et al., 1996).

Durante este proceso de intensificación con el uso de pasturas sembradas muchos productores están satisfechos con la amortización de la inversión, otros se lo cuestionan debido a la durabilidad de sus pasturas y la producción de las mismas. Existe una buena producción invernal de especies sembradas predominantes en el país, esto traslada el problema de deficiencia forrajera invernal bajo campo natural al periodo estival.

Cuando el uso de verdeos de verano no acompaña los intereses del productor, ya sea por costos o por su duración, surge como alternativa una pastura con buen aporte en este periodo que se pueda amortizar en varios años. Es importante saber cuánto produce una pastura de tercer año, tanto en forraje como en kg de carne. En este trabajo se presentan datos de diferentes mezclas forrajeras y diferentes cargas en pasturas de tercer año de vida durante el periodo estivo-otoñal.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar la producción de forraje y carne de diferentes mezclas forrajeras, en su tercer año de vida, con distintas cargas, durante el período estivo - otoñal. Las mezclas evaluadas fueron las siguientes: *Festuca arundinacea* con *Medicago sativa* y *Lolium perenne* con *Trifolium pratense*.

1.1.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este trabajo básicamente son tres:

- Comparar la producción de forraje.
- Comparar la evolución de la proporción de especies en la mezcla, mediante la variable composición botánica.
- Comparar la producción de peso vivo, en términos de producción individual (kg PV/animal).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA MEZCLA

A continuación, se describen y caracterizan las especies de las mezclas utilizadas en el experimento.

2.1.1 *Festuca arundinacea*

Según Langer (1981), es una gramínea perenne inercial robusta que se asemeja al raigrás italiano, con macollos redondeados y hojas grandes de color verde oscuro. Las aurículas en la base de la hoja son prominentes y presentan pelos diminutos, pero la lígula no es visible. Tiene moderadamente buena resistencia a la sequía y no es muy afectada por las heladas (García, 2003). Las plantas permanecen verdes aún en veranos secos, su crecimiento otoñal es en general bueno, la festuca tolera una amplia variedad de suelos, tanto ácidos como alcalinos, soporta el drenaje pobre, pero para tener producciones aceptables requiere de condiciones fértiles para su crecimiento. Esta gramínea se establece con lentitud y por lo tanto es vulnerable a la competencia ejercida por otras especies. Como consecuencia la producción del primer año es baja, pero si se maneja de forma adecuada esta especie puede persistir muchos años (Langer, 1981).

Al respecto, se ha sugerido que el establecimiento pobre de la festuca se debería a la baja movilización de las reservas de las semillas y en consecuencia el crecimiento lento de la raíz (Carámbula, 2007a). Esta implantación lenta mejora con la siembra en línea (García, 2003). Se recomiendan densidades de siembras entorno a los 10-15 kg/ha en siembras puras y 9-12 kg/ha en mezclas (Carámbula, 2007a).

Es exigente, responde bien al nitrógeno y su vigor en praderas depende del componente leguminosa vigoroso, de lo contrario se vuelve poco productiva, dura y poco palatable (García, 2003). Debido a su alta producción y a su rebrote rápido, esta especie necesita disponer de muy buena fertilidad. A consecuencia de esto, necesita un suministro de nitrógeno importante, ya sea a través de fertilizantes nitrogenados o mediante la siembra de leguminosas asociadas (Carámbula, 2007a).

En cuanto al manejo de defoliación, la festuca admite defoliaciones intensas y relativamente frecuentes debido no solo porque las sustancias de reserva se encuentran en las raíces y rizomas cortos que forman la corona de las plantas, sino también porque por lo general, las plantas presentan áreas foliares remanentes altos luego de los pastoreos (McKee et al., 1967). Se beneficia con pastoreo rotativo y tolera bien defoliaciones intensas salvo en verano donde los pastoreos rasantes reducen su producción posterior y persistencia (García, 2003). Según Langer (1981) un correcto manejo del pastoreo se debería realizar cuando esta se encuentra a una altura entorno a los 10 cm.

El manejo adecuado de la festuca en primavera no debe permitir que esta se encañe y pierda calidad el forraje (García, 2003). Un sub pastoreo primaveral trae como consecuencia menor calidad del forraje, ya que, si pierde terneza, pierde digestibilidad y apetecibilidad, y por lo tanto el animal la rechaza. Para ello tendrá que utilizarse el pastoreo rotativo y entrándose a pastorear con alturas no mayores de 10-15cm. Para mantener su forraje con alta calidad, la cantidad disponible no debería superar los 900 a 1000 kg/ha de materia seca. Si los rastros se mantienen bajos, jóvenes y tiernos, dicha gramínea puede poseer contenidos tan altos de nitrógeno como las leguminosas, pero cuando alcanzan alturas mayores a 15-20 cm su contenido desciende considerablemente. Además, el encañado inhibe el proceso de macollaje y disminuye el desarrollo radicular debilitando la planta, entonces en primavera si el destino de esta no es el semillero, debe ser manejada adecuadamente para evitar que encañe promoviendo el proceso de macollaje y el desarrollo radicular (Carámbula, 2007a). Esta especie presenta 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 (Langer, 1981).

La persistencia de la festuca depende fundamentalmente del desarrollo de un buen sistema radicular desde fines de invierno y primavera, lo que le permite explorar volúmenes importantes de suelo en las épocas de sequía. Por otra parte, se debe tener en cuenta que un manejo de pastoreo intenso y abusivo en verano puede afectar desfavorablemente los rebrotes de otoño, atributo muy valioso de esta especie considerada perenne precoz. La clave del manejo del pastoreo previo a la estación estival, es permitir que las plantas desarrollen sistemas radiculares densos, fibrosos y extendidos para la supervivencia frente al déficit hídrico (Carámbula, 2007a).

La ventaja que presenta esta especie frente a otras gramíneas es que crece durante el verano reduciendo el ingreso de malezas y gramíneas estivales, permitiendo mayor producción y persistencia de la misma (García, 2003).

En el caso de festuca, el endófito *Neotyphodium coenophialum* produce dentro de la planta una serie de alcaloides, algunos de los cuales confieren a las plantas ventajas adaptativas y otros que son nocivos para los animales y son causantes de los problemas de toxicidad conocidos como festucosis. Entre las ventajas para la planta, se ha demostrado que la presencia del endófito confiere mayor tolerancia a la sequía, mayor tolerancia a insectos y nematodos, aumenta el macollaje, la persistencia y el rendimiento potencial (Ayala et al., 2010).

Los cultivares de festuca se pueden diferenciar en dos grandes tipos, por un lado, las tipo continentales y por el otro lado las de tipo mediterráneo. Los continentales son los más usados a nivel mundial y los mediterráneos son usados en zonas características con veranos secos, ya que estas presentan latencia estival. En Uruguay al

tener un régimen de precipitaciones isohigro los cultivares que más se adaptan son los continentales.

Los cultivares mediterráneos producen más en el invierno, pero como no crecen todo el año por la latencia estival producen un 20% menos del total de lo producido anualmente por parte de las continentales. Frente a las malezas estivales los cultivares mediterráneos son muy poco competitivos, pero presentan como ventaja frente a las continentales que tienen un hábito de crecimiento erecto y menor macollaje, haciendo esto tener buena compatibilidad con leguminosas. Además, también los cultivares se pueden diferenciar por distintas fechas de floración. Existen las de tipo floración muy tempranas que florecen a fines de agosto, de tipo floración temprana que florecen a mediados de septiembre, las tardías que florecen a fines de septiembre y las muy tardías que florecen a mediados de octubre (Ayala et al., 2010).

El cultivar de festuca utilizado durante el experimento fue Thyphoon, es originario de Nueva Zelanda y perteneciente al grupo de los de tipo continental, se caracteriza por tener mayor proporción de hojas, más flexibles, 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 del país, 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, 2019).

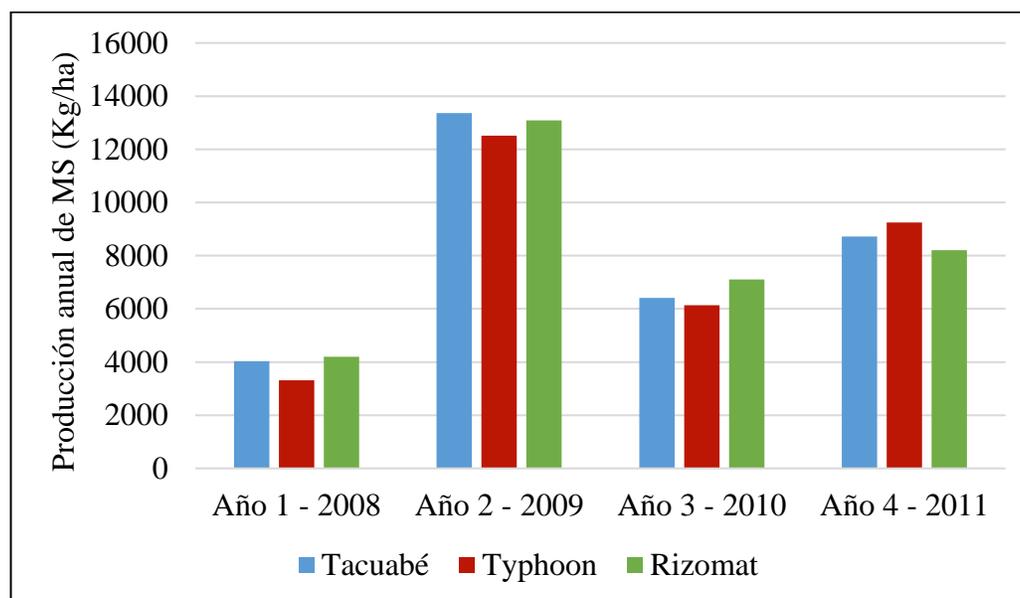


Figura No. 1. Producción de festuca Tacuabé, Typhoon y Rizomat siembra 2008

2.1.2 *Medicago sativa*

Es una especie leguminosa perenne estival, con crecimiento erecto a partir de corona, que concentra su producción en el período primavero-estival (65 a 75%), independientemente del grado de latencia del cultivar. La producción netamente estival es del 28 al 33% del total anual. El reposo invernal determina la producción otoño-invernal, donde los cultivares con reposo producen 6-10%, mientras que aquellos sin reposo 16-20% de la producción total anual en dicho período (Rebuffo, 2000). Durante el otoño su producción es relativamente baja, lo cual unido al manejo cauteloso que se le debe realizar, impiden contar de manera segura con esta especie y por consiguiente se debe considerar la posibilidad de que no tenga una contribución considerable en esta estación.

La alfalfa forma un sistema ramificado de raíz pivotante. El crecimiento radical vigoroso depende de las tasas de crecimiento y asimilación de las partes aéreas.

Esta especie requiere un suelo bien drenado y condiciones no demasiado ácidas para una producción y persistencia óptimas. Un subsuelo arcilloso o una capa ácida impiden el desarrollo de un sistema radical profundo y por ende la persistencia frente a situaciones de sequía (Langer, 1981).

El pH del suelo es un factor que afecta de manera importante el crecimiento de esta especie, afectando de forma directa el proceso de fijación simbiótica del nitrógeno (Barnes y Sheaffer, 1995).

Posee buen vigor inicial y establecimiento en conjunto con una gran capacidad fijadora de nitrógeno, se caracteriza por presentar un gran valor nutritivo principalmente en estado vegetativo, lo que tiene como consecuencia un elevado consumo por parte de los animales. En siembras puras se utiliza una densidad de 15-20 kg/ha y en mezclas 6-9 kg/ha. Es una especie que no se implanta en siembras en cobertura y es susceptible a varias plagas y enfermedades. Puede provocar un alto grado de meteorismo en etapas previas a la floración y es incapaz de sembrarse naturalmente (Carámbula, 2007a).

Los cultivares de alfalfa difieren en su capacidad de producción en invierno (latencia invernal), siendo éste un carácter de grados y no una condición absoluta. Los cultivares se agrupan en tres categorías de latencia (de mayor a menor detención del crecimiento en invierno: con latencia; latencia intermedia y sin latencia).

La latencia invernal, constituye una adaptación de la especie para sobrevivir a la condición adversa del invierno, lo que es de mayor importancia en zonas climáticas con inviernos más rigurosos que los presentes en Uruguay. En este sentido, se destaca que la capacidad de producción en invierno de los cultivares sin latencia o de latencia intermedia, resulta relevante en términos absolutos, comparable e incluso mayor a la de

otras especies. Con relación a las diferencias entre cultivares en cuanto a la producción de forraje, se destaca que más allá del efecto del grupo de latencia, el resultado final depende del potencial genético de cada cultivar (INASE, 2012).

Según Carámbula (2007a), la alfalfa es una especie adaptada al pastoreo rotativo con el cual se favorece la acumulación de reservas. En base a esto Langer (1981) asegura que una utilización demasiado frecuente conduce a un crecimiento de recuperación lento, debido a la calidad inadecuada de yemas de la corona, al debilitamiento del sistema radical y al aumento de las malezas. Un aspecto importante a considerar es que los pastoreos severos temprano en la primavera, reducen significativamente la producción posterior y favorecen la expansión rápida de malezas.

La alfalfa debe ser pastoreada en forma audaz e intensa, a principios de floración. El objetivo consiste en pastorear hasta el suelo descubierto, lo que estimula su inmediata recuperación y afecta negativamente a las malezas invasoras.

En base a esto se sostiene que la alfalfa se debe pastorear de forma poco frecuente, intensa y de poca duración. Para maximizar la producción de forraje y la persistencia se deben tomar las decisiones correctas sobre los tres factores citados anteriormente. Esta especie presenta como atributo sobresaliente, la característica de indicar claramente cuando su “condición fisiológica” se ha restablecido del pastoreo y por tanto se encuentra en condiciones de ser pastoreada o cortada nuevamente. Este indicador es el crecimiento de nuevos tallos que emergen desde la base o corona de las plantas, rebrote basilar, esto se correlaciona generalmente con una altura de planta de 30-35 cm. En estado reproductivo se utiliza como referencia el 10% de floración (INIA, 2019a).

El cultivar utilizado Estanzuela Chaná es de latencia intermedia, recomendada para henificación por su alto volumen por corte, presenta buena resistencia a enfermedades foliares, rápida implantación y elevada productividad al primer año. Es una selección por persistencia sobre alfalfares de origen italiano. Se caracteriza por sus plantas de porte erecto, coronas de gran tamaño, tallos largos, reposo invernal corto y floración poco profusa, que se extiende desde noviembre hasta marzo inclusive. Este cultivar se destaca por presentar una muy buena productividad durante todo el año, pudiendo producir hasta el 50% del forraje total en verano. Su rápida recuperación permite tener seis cortes o pastoreos al año. Su vida productiva puede alcanzar los cuatro años (INIA, 2019a).

En cuanto a su producción de forraje por hectárea y por año los datos se muestran en el cuadro a continuación.

Cuadro No. 1. Producción de forraje promedio en el segundo año de vida de *Medicago sativa* cultivar Estanzuela Chaná, expresado en kg/MS/ha

Año de vida	1	2	3	4
kg/MS/ha	8762	13661	10538	8341

2.1.3 *Lolium perenne*

Como lo sugiere su nombre, es una especie perenne de ciclo de producción invernal capaz de producir un gran número de macollos. Es una planta glabra, con macollos achatados y hojas de color verde oscuro, que presentan nervaduras en su cara superior siendo la inferior muy brillante (Langer, 1981). Los suelos donde crece deben ser de media a alta fertilidad, con un drenaje adecuado y pH superior a 5,5; es exigente a la nutrición de nitrógeno, fósforo y potasio (Oregon State University, 1999).

Es una planta perenne con hojas sin pelos y envés muy brillante, de color verde oscuro. Crece en matas densas con gran número de tallos cuya base presenta color rojizo. En general las hojas, que son abundantes, aparecen plegadas en forma de V.

Tiene una gran capacidad de ahijado y su hábito de crecimiento es muy variable. Aunque puede tener un hábito de crecimiento erecto forma un césped muy denso cuando se le somete a pastoreo (Muslera y Ratera, 1984).

La densidad de siembra recomendada para siembras puras es de 20-24 kg/ha, siendo en mezcla dosis menores dependiendo de la gramínea asociada. “... *En los ambientes sin limitantes, ciertas mezclas poseen atributos excelentes, dado que a las bondades del raigrás perenne se adiciona el de la leguminosa asociada en la mezcla forrajera, siendo las más adecuadas el trébol rojo y el trébol blanco.*” En el caso de incluirse esta como gramínea perenne de la mezcla forrajera, es importante tener en cuenta que debido a su pobre aporte en verano se producirá un desbalance en la biomasa disponible a favor de la o las leguminosas asociadas, con los inconvenientes que esto conlleva en los animales en pastoreo. Presenta baja o nula tolerancia a la sequía, su crecimiento es bajo en verano con elevadas temperaturas y déficit hídricos. Por lo general en esta época se producen pérdidas de plantas, esto trae como consecuencias que en pasturas de vida larga tenga que haber resiembra (Carámbula, 2010a).

En cuanto al momento de pastoreo, el raigrás se considera una planta de 3 hojas ya que la primera hoja en emerger se vuelve senescente conforme la cuarta hoja emerge, dicho ciclo se mantiene después de 3 hojas verdes, por lo que la hoja más vieja morirá de no aprovecharse el forraje. Es una especie que admite pastoreos frecuentes e intensos, esto se debe a que presenta gran facilidad de rebrote, resistencia al pisoteo y alta agresividad (Donaghy y Fulkerson, 2001).

Para lograr pasturas exitosas en esta especie más que en otras gramíneas perennes invernales, es clave el manejo adecuado para el desarrollo de sistemas radiculares vigorosos y activos. Con el fin de obtener este tipo de sistemas radiculares, se debe adoptar un manejo desde el verano anterior para poder contar con estos en el siguiente verano, teniendo en cuenta que, como todas las gramíneas perennes invernales, este se concreta antes que el crecimiento de la parte aérea. A mayores sobrepastoreos en invierno y más se maltrata al raigrás en esta época, los sistemas radiculares crecen con menor rapidez y eficiencia. Con esto no solo se compromete la acumulación de reservas en los órganos más percederos de las plantas, si no que mediante el pisoteo se perjudica la parte aérea de la pastura produciendo magullado y enterrado, y con respecto a la parte subterránea se compromete las raíces por medio de la compactación, falta de respiración y menor infiltración del agua. Esto se agrava más en suelos de textura pesada y pobre drenaje no solo que perjudica el sistema radicular si no que produce atrasos en la entrega del forraje en primavera y compromete la sobrevivencia de plantas para el siguiente verano. En Uruguay se presentan estos problemas ya que existen muchos suelos con esas características, lo lamentable es que el exceso de agua coincide con la mejor época para la formación de sistemas radiculares adecuados para enfrentar el déficit hídrico estival (Carámbula, 2007a).

Según Carámbula (1977) se debe tener en cuenta que a medida que la pastura envejece, sus sistemas radiculares son más superficiales. Es por esto que pasturas más viejas se tornan más susceptibles a los periodos de sequías y dependientes de las precipitaciones. En el caso de percibir esa susceptibilidad y pérdidas de plantas de la pastura deberán tomarse medidas como lo es el caso por ejemplo de una resiembra, de lo contrario la pastura será dominada por especies de tipo xerófitas y anuales.

Esta especie mantiene una digestibilidad superior a la de otras gramíneas perennes, antes y después de la aparición de la inflorescencia. Este es un hecho de gran importancia para su valoración en comparación con otras especies, en sistemas de producción animal.

El contenido de celulosa es superior al del raigrás italiano e híbridos, y su contenido en hidratos de carbono solubles inferior. El resultado de estos dos hechos es que su palatabilidad es menor que la de sus parientes próximos dentro de la familia de los lolium, pero superior a las de otras plantas como dactylis, festuca, etc. En cambio, su contenido en materias nitrogenadas es superior a todas ellas en estado de vegetación similares (Muslera y Ratera, 1984).

Donaghy y Fulkerson (2001) sostienen que la producción de biomasa en pasturas con raigrás perenne y trébol blanco, que se utilizan en muchos países de clima templado, pueden llegar a 18-20 t.ha-1.año-1 de MS bajo condiciones de manejo y ambiente ideales. La utilización promedio de las pasturas perennes en condiciones de

clima templado es de 50-60% y la pérdida de persistencia es una de las principales limitantes para la producción.

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, en el país, las temperaturas estivales 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. Este cultivar 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, 2019a).

2.1.4 *Trifolium pratense*

Las especies perennes del género *Trifolium* más cultivadas extensamente en la región son el *Trifolium pratense* (trébol rojo) y el *Trifolium repens* (trébol blanco).

Mientras la primera especie presenta plantas erectas a robustas, bianuales, trianuales o perennes, la segunda presenta plantas perennes enraizantes en los nudos (Izaguirre, 1995).

De acuerdo con la información disponible dichos tréboles perennes presentan una gran adaptación por lo que ofrece una contribución muy importante para resolver la problemática forrajera regional. Ambas especies, trébol rojo y trébol blanco, son reconocidos por su tolerancia relativa a las condiciones impuestas por suelos de acidez moderada (pH 5,2 a 5,6), pero requieren niveles de fertilidad más altos que los lotus, temperaturas invernales moderadas y manejos de defoliación controlados (Carámbula, 2007a).

El trébol rojo es una especie perenne de vida corta, proveniente de regiones templadas y subárticas, con un crecimiento aéreo muy ramificado, semierecto o trepador que surge de una corona situada por encima de la superficie del suelo. La planta posee una raíz pivotante (Langer, 1981).

Es una planta muy productiva, pero exigente en humedad. Se adapta a cualquier tipo de suelo, incluso a los ácidos, y tolera relativamente bien el exceso de humedad en invierno. Se la considera como el sustituto de la alfalfa en este tipo de suelos ácidos. Su crecimiento predominante es en otoño-primavera y presenta comportamiento variable dependiendo de la zona (templada o subártica). Si el ambiente es favorable puede persistir hasta siete años, pero no es normal. En climas más cálidos el ciclo vital de la planta suele reducirse, de manera que se comporta como bienal o incluso anual (Muslera y Ratera, 1984).

Carámbula (2007a) afirma que en condiciones favorables aporta siempre forraje temprano debido a su muy buena precocidad, pero debe considerarse siempre que se trata de una especie perenne de vida corta debido a la presencia de enfermedades y a que su resiembra natural no es confiable. Por lo tanto, en pasturas constituidas por gramíneas perennes, deberá ir siempre acompañada por alguna leguminosa perenne de vida larga, que posea buena sanidad y se resiembra naturalmente sin dificultades como el trébol blanco. De ahí que, si bien básicamente muchas veces es clasificada como una especie perenne, normalmente sea considerada como una especie bianual, debido a que no solo en el primer verano muchas plantas mueren por el efecto de una o más enfermedades de raíz y corona, sino que además como se ha expresado previamente su resiembra natural es muy poco eficiente.

Desde el punto de vista agronómico Carámbula (2007a) agrupa esta especie en tres tipos:

1) Floración temprana

Este tipo se distingue básicamente por su época de floración y por su crecimiento temprano en primavera. Se adapta mejor a pasturas de vida corta y se adapta a suelos de alta fertilidad.

2) Floración intermedia

Los cultivares pertenecientes a este tipo florecen hasta aproximadamente dos semanas después que los anteriores y son más tardíos en su producción primaveral.

Generalmente son más persistentes que los de floración temprana. Producen buenos rendimientos de heno, pero su rebrote no es del todo satisfactorio.

3) Floración tardía

En este tipo se incluyen aquellos tréboles que florecen de dos a tres semanas más tarde que los de floración intermedia y un mes después que los primeros. Su crecimiento primaveral es más tardío, siendo los de mayor persistencia, por lo que se utilizan en praderas de vida mediana a larga.

Los cultivares adaptados a climas fríos son de floración tardía y se comportan como perennes, pero en climas templados y más cálidos son de floración intermedia y temprana, ya que el ciclo vital de la planta suele reducirse de tal forma que se comporta respectivamente como bianual o incluso anual. Estos difieren marcadamente en la distribución estacional de su producción. De ahí que la elección del cultivar de trébol rojo a utilizar depende del destino que se dará a la pastura, con referencia a las necesidades de forraje en invierno o verano o de la posibilidad de utilizar o no otras leguminosas. En cuanto a sus exigencias en suelos, tolera bien la humedad en invierno y responde de manera excepcional al riego en verano (Carámbula, 2007a).

Debe sembrarse temprano en el otoño a una densidad en siembras puras de 10-12 kg/ha y en mezclas entre 4-8 kg/ha, dado que sus plántulas son sensibles al frío. En siembras oportunas, compiten fuertemente con otros pastos y leguminosas, particularmente bajo condiciones favorables de humedad y temperatura y producen altos volúmenes de forraje en su primer año. Esta característica compensa su vida corta y justifica su inclusión en mezclas para pasturas permanentes, las cuales normalmente no son muy productivas en el primer año y principios del segundo. Debido a su sistema radicular medianamente profundo es menos resistente a la sequía que el lotus y la alfalfa, y responde de forma notable al riego (Carámbula, 2007a).

En general, los tréboles rojos no toleran el pastoreo intenso y frecuente, el pastoreo intenso reduce el rendimiento. Con respecto a esto, el trébol rojo es justo lo opuesto al trébol blanco. El pastoreo prolongado y frecuente ocasiona una rápida muerte de las plantas, probablemente por el agotamiento de las reservas almacenadas en la raíz, para el rebrote (Langer, 1981).

Con respecto a su crecimiento esta especie crece bien a temperaturas medias, tolerando mejor las bajas que las altas temperaturas, deteniendo su crecimiento a partir de 30-35° C. Su establecimiento es bastante fácil y rápido, es una planta agresiva, tolerante a la sombra y que soporta bien la competencia. Su valor nutritivo es muy elevado, pues si bien es ligeramente inferior a la alfalfa en contenido proteico, tiene mayor digestibilidad, ya que su contenido en glúcidos es muy alto, esto la hace una de las leguminosas más recomendadas para ensilar (Muslera y Ratera, 1984).

El cultivar Estanzuela 116 proviene de una selección sobre materiales introducidos de Nueva Zelanda. Es un cultivar diploide, de porte erecto a semierecto, de floración temprana, bianual, sin latencia invernal. Posee una destacada precocidad y alta producción total e invernal, característica que lo diferencia de los cultivares con latencia, aún de los más productivos. Su pico de máxima producción se presenta en noviembre. Su vida productiva es de dos años, con eventuales aportes de forraje en la tercera primavera. Estanzuela 116 se destaca por su alto potencial de producción en pasturas de ciclo corto. Tiene excelente rebrote con rápida producción de tallos, que junto con el ciclo corto, contribuyen a aumentar el rendimiento. Cuando el agua no es restrictiva, tiene buenas tasas de crecimiento en el primer verano. La producción del segundo verano está generalmente condicionada por la incidencia de podredumbres radiculares, las altas temperaturas y déficit hídrico, cuyos efectos combinados reducen el stand de plantas (INIA, 2019a).

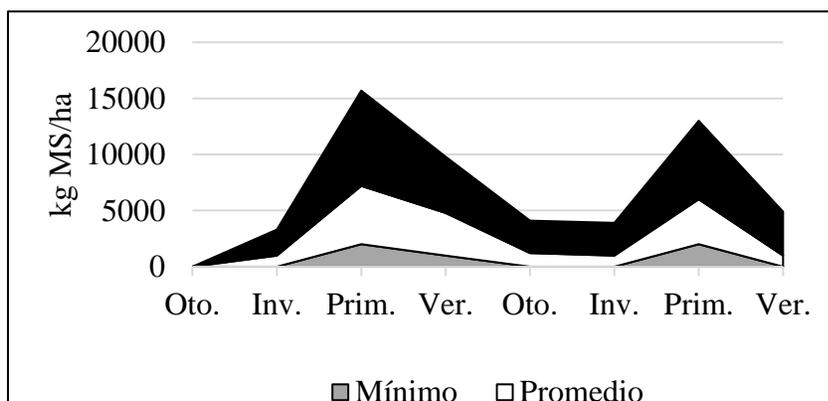


Figura No. 2. Producción estacional de forraje promedio, máximo y mínimo

Las altas acumulaciones de forraje disminuyen el aprovechamiento en condiciones de pastoreo y reducen la calidad del forraje al incrementarse la proporción de tallos. No se caracteriza por su persistencia, se recomienda para rotaciones cortas que requieran altas producciones en corto tiempo. Produce meteorismo por lo que no se recomienda para pastoreo continuo (INIA, 2019b).

En cuanto a la implantación y el manejo se adapta mejor a suelos de texturas medias y pesadas con buena profundidad. Excelente implantación tanto en siembras puras como asociadas a cultivos o verdeos, en un rango de épocas muy amplio que comprende otoño, invierno y primavera. Se recomienda en mezclas con especies de rápido crecimiento y ciclo corto, especialmente con cebadilla y achicoria (INIA, 2019a).

2.2 MEZCLAS FORRAJERAS

Una mezcla forrajera es una población artificial integrada por varias especies con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas. Como resultado de esta asociación, se produce un proceso de interferencias que puede tener los siguientes resultados: mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio y por último ninguna interferencia (Carámbula, 2007a).

Las mezclas que comprenden gramíneas y leguminosas presentan una serie de características de gran importancia, las especies pueden compensar su crecimiento frente a diferentes factores climáticos, edáficos y de manejo. Manteniendo más homogéneos sus rendimientos y alargando el periodo de productividad de la pastura (Blaser et al., 1952).

Según Santiñaque (1979), 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).

Al momento de la elección de especies a incluir en la mezcla se debe tener en cuenta; a) la adaptación edáfica de la especie, b) la zona geográfica donde se va a sembrar, c) el destino del recurso, d) duración de la pradera y momento de aprovechamiento, e) y el sistema de producción (Correa, 2003).

2.2.1 Importancia de la mezcla de especies

Algunos autores sostienen que no existen ventajas productivas de las mezclas frente a pasturas puras (Rhodes, 1969). Otros sostienen que el uso de mezclas es más eficiente en la utilización de los recursos ambientales frente a cada especie sembrada individualmente (Harris y Lazenby, 1974).

Según Van der Bergh, citado por Carámbula (2007a), la condición necesaria para que una mezcla rinda más que sus componentes por separado, podría ser dada por especies de diferentes ciclos, de tal manera de que éstos se superpongan lo menos posible disminuyendo su competencia.

Mientras es cierto que cada especie rendirá más en cultivos puros ya que posibilita aplicar el manejo ideal para cada una de ellas, también es cierto que las mezclas permiten realizar una utilización más eficiente del medio ambiente, y si los ciclos de las especies que constituyen la mezcla son diferentes, la competencia entre ellas será menor (Carámbula, 2007a).

2.2.2 Componentes de las mezclas

Cuantas más especies contiene una mezcla, más difícil es mantener el balance deseable entre sus componentes. Diferentes condiciones de suelo, fertilidad y pastoreo llevan a la dominancia de especies, con la consecuencia del desarrollo de mezclas simples o cultivos puros (Carámbula, 2007a).

Muchas veces se incluyen especies con necesidades de manejo completamente opuestas, esto implica que no puedan expresar su potencial forrajero, tanto en rendimiento como en valor nutritivo (Mansat, 1973).

Las pasturas formadas por gramíneas puras sin ser fertilizadas con nitrógeno presentan serias limitantes después del primer año (Bertín y Scheneiter, 1998), pero la inclusión de leguminosas permite incrementar la producción de forraje en la mezcla (Scheneiter y Pagano, 1998).

La idea es definir mezclas aceptables, que presenten la menor interferencia competitiva entre las especies y que exploten el medio ambiente en su totalidad. Con gramíneas de alto potencial de rendimiento y leguminosas de alta capacidad nitrificadora. La necesidad de que la pastura deba estar conformada por especies de ambas familias se debe principalmente a que la mezcla se complementa de manera más productiva y rentable (Carámbula, 2007a).

Las leguminosas fijan por año, en promedio, 30 kg de nitrógeno por tonelada de materia seca. Este resultado permite determinar que una pradera mezcla de segundo año, que produce 10 t de materia seca/ha/año, con un 60 % de leguminosas aportaría aproximadamente 180 kg de nitrógeno al suelo. Esta cantidad de nutriente equivale a 391 kg de urea (García, 2015).

2.2.3 Dinámica de las mezclas

Es muy común en el país el uso de mezclas de forrajeras formadas por tres o cuatro especies complementarias, intentando una buena distribución estacional. No obstante, este aspecto se logra sólo parcialmente y las pasturas ofrecen forraje con resultados económicos variables sobre la producción animal. Generalmente se realizan mezclas con base a una gramínea perenne. Cuando esta es reemplazada por una gramínea anual, la mezcla se presenta como más precoz pudiendo ser pastoreada en otoño del primer año, y posteriormente el comportamiento es bastante similar, aunque con rendimientos totales menores y riesgos mayores de enmalezamiento durante el verano. A medida que las pasturas avanzan en su edad presentan una estacionalidad mayor ofreciendo picos de máxima y mínima producción cada vez más acentuados (Carámbula, 1991).

Los animales presentan un mayor consumo en pasturas mezcla que cuando pastorean siembras puras. También se evitan problemas nutricionales y fisiológicos (Carámbula, 2007a).

Rosengurtt (1979) reafirma la idea de que los animales apetecen la diversidad de especies de manera que cuando predomina exageradamente una, por óptima que fuese, los ganados buscan y castigan a las otras en minoría, aunque sean de menor calidad; esto se ve más claro en praderas artificiales.

2.3 EFECTOS DEL PASTOREO

2.3.1 Aspectos generales

Bajo pastoreo, la producción total anual y estacional de una pastura depende de dos factores que normalmente tienen efectos opuestos: el número de pastoreos o cortes llamado frecuencia y el rendimiento de cada uno de ellos, intensidad (Carámbula, 2010b).

La interrelación entre el rumiante en pastoreo y la pastura es un proceso dinámico de doble vía. Por un lado, los aspectos físicos - químicos y morfológicos de las pasturas influyen en el material ingerido por el animal, determinando esto junto con el potencial propio del animal, su desempeño. Por el otro, el forraje removido determina la cantidad y tipo de material remanente, que posteriormente tiene una influencia preponderante en la capacidad de rebrote de la pastura. En el control de estos aspectos está la base de manejo de los sistemas pastoriles (Lucas, citado por Agustoni et al., 2008).

Una pastura bajo pastoreo es un sistema dinámico en el cual el tejido foliar es continuamente producido por macollos, es consumido por animales o se pierde por senescencia. Optimizar la cantidad de forraje recolectado por el animal requiere dos consideraciones: mantener una tasa de acumulación de forraje verde alta y maximizar la eficiencia de utilización o minimizar las pérdidas del mismo (Smethan, 1981).

El manejo de la defoliación para permitir rendimientos elevados de forraje durante la etapa vegetativa, debe considerar de forma primordial la frecuencia y la intensidad del pastoreo, presentando la menor pérdida posible de recursos naturales, favoreciendo a la vez el buen comportamiento animal (Carámbula, 2007a).

La producción de forraje en las praderas se puede incrementar, mediante el manejo eficiente de diferentes estrategias de defoliación, al reducir e incrementar la frecuencia e intensidad de pastoreo, para favorecer la tasa de rebrote en las plantas y disminuir las pérdidas por muerte y descomposición del forraje (Matthew et al., citados por Garduño Velázquez et al., 2009).

El manejo de la defoliación para producir rendimientos elevados de forraje durante una etapa vegetativa, debe considerar dichas variables (frecuencia e intensidad) en forma conjunta (Carámbula, 2004).

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

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

2.3.2 Parámetros que definen el pastoreo

La frecuencia, duración y severidad de cada pastoreo afecta la cantidad, calidad y persistencia de las especies que componen la pastura. Ampliando este concepto, cuanto más severa sea la defoliación menor será el rendimiento de la pastura, ello se debe a que se eliminan hojas en exceso y la recuperación de la pradera se hará en base a las sustancias de reserva de las raíces, las plantas se debilitarán y muchas de ellas morirán (Bignoli y Mársico, 1984).

2.3.2.1 Intensidad o severidad

La severidad de defoliación es definida como la cantidad de hojas removidas, expresada como una proporción de la cantidad antes de la defoliación (Hodgson et al., 2009).

El método de utilización dado por la intensidad (altura del rastrojo al retirar los animales) no solo afecta el rendimiento de cada corte o pastoreo, sino que también condiciona el rebrote, y por lo tanto la producción subsiguiente, así como la vida misma de la pastura. Con un tratamiento severo, se obtendrá una mayor cantidad de forraje, pero al mismo tiempo las plantas retendrán un área foliar remanente menor. En otras palabras, la altura de defoliación tiene una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado, pero una influencia negativa en la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 2010b).

Respecto a lo mencionado anteriormente, Soca y Chilibroste (2008) afirman que los pastoreos más intensos reducen la producción de forraje, sin embargo, el porcentaje de utilización del forraje producido es mayor, ya que la remoción del forraje verde aumenta y disminuyen las pérdidas por senescencia.

Escuder (1996), agrega que para obtener la máxima producción por hectárea debe evitarse pastoreos severos que provocan disminuciones importantes en el crecimiento de las pasturas, pero de todos modos estos deben ser lo suficientemente intensos para tener una eficiencia de cosecha elevada y disminuir de esta forma las pérdidas por senescencia, reafirmando lo anterior.

La intensidad del pastoreo afecta el número de plantas, el número de macollos y en particular el peso de los mismos (Grant et al. 1981, Hodgson 1990, Fulkerson y Slack 1995, Saldanha et al. 2010). Para no afectar negativamente el crecimiento posterior cada especie posee una altura mínima a la cual es recomendable dejar el rastrojo. De esta forma las especies postradas admiten menores alturas de rastrojo que las especies erectas, aunque estas puedan adaptarse en parte a manejos intensos. Por

tanto, como recomendación general, las especies prostradas pueden ser pastoreadas en promedio hasta 2,5 cm y las erectas entre 5 y 7,5 cm. De no hacerlo así se pueden causar daños graves en la pastura (Carámbula, 2007b).

Por último, relacionando la intensidad con la producción animal, Soca y Chilibroste (2008) sugieren que, si bien al dejar menores remanentes disminuye la producción de forraje y el consumo animal en consecuencia, las caídas en performance individual fueron más que compensadas por el número de animales. De todos modos, se encontró que incrementos en la altura de defoliación llevan mejoras en la tasa de crecimiento de forraje y las ventajas son mayores en rendimiento acumulado de forraje.

2.3.2.2 Frecuencia

De acuerdo con Pineiro y Harris (1978) la frecuencia de defoliación es el intervalo de tiempo entre dos pastoreos sucesivos, la cual es una característica propia del sistema de manejo del pastoreo.

Cuando los pastoreos son muy frecuentes generan una reducción en el nivel de reservas y el peso de las raíces, lo cual genera menor producción de forraje y rebrotes más lentos. El debilitamiento de las plantas por este factor, aumenta su susceptibilidad al ataque de enfermedades, generando la muerte de las mismas (Formoso, 2000).

Cuando las pasturas son sometidas a periodos prolongados de descanso su rendimiento relativo es mayor, debido a la posibilidad que tienen de recuperar sus reservas (Langer, 1981).

Según Carámbula (2007b), si bien la frecuencia de utilización depende de cada especie en particular o de la composición de la pastura y de la época del año en que aquella se realice, el elemento que determinará la longitud del periodo de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar un volumen adecuado de forraje, o sea haber llegado a su IAF óptimo. Por tanto, en leguminosas donde su IAF óptimo es relativamente menor que las gramíneas, se podrá hacer una utilización más frecuente de las mismas.

Se puede definir el tiempo entre dos pastoreos sucesivos mediante la altura disponible del forraje al ingreso de los animales. Para Hodgson (1990) la altura de la pastura es el indicador más útil para los propósitos de manejo, siendo esta la variable más simple para predecir la respuesta, tanto de la pastura como del animal.

Al respecto Fulkerson y Slack (1995), afirman que el número de hojas es un indicador de la etapa de crecimiento de una pastura, lo cual es determinante para definir el intervalo de defoliación. Los resultados del trabajo de estos autores indican que el momento óptimo para realizar el pastoreo es a las tres hojas luego de iniciado el rebrote, ya que luego de este punto, la hoja más vieja comienza a morir. Esto no solo permite

expresar el máximo potencial de rebrote en ese ciclo de crecimiento, sino también en el próximo.

Cuando la defoliación es frecuente y la pastura no alcanza su IAF óptimo, la relación rojo/rojo lejano aumenta, resultando en la formación de plantas con hojas más cortas y con una alta densidad de tallos. En cambio, cuando la defoliación es menos frecuente aumenta la competencia por luz entre las plantas, por lo que estas desarrollan hojas largas y una baja densidad de tallos (Mazzanti et al., 1994). Estos cambios en la calidad de la luz inhiben o promueven en mayor o menor medida el macollaje.

Brougham (1956), afirma que cuando una pastura es defoliada con una mayor intensidad el periodo de tiempo para lograr interceptar el 95% de la radiación incidente se alarga, determinando un periodo de tiempo mayor entre pastoreos sucesivos.

2.3.3 Efectos sobre las especies que componen la mezcla y su producción

El pastoreo incide directamente sobre la morfogénesis de las especies integrantes de las comunidades vegetales. Esta incidencia va a depender básicamente de la especie animal y de la densidad de carga que soporta la pastura (Brancato et al., 2004).

Zanoniani (1999), denomina ciertos objetivos del pastoreo. Propone colocar a las plantas en similares condiciones de competencia y que luego sean pastoreadas, permitirles la recuperación. El pastoreo continuo tradicional sin control de la carga no permite cumplir los objetivos antes mencionados, por lo que el pastoreo rotativo aparece como la mejor opción.

El efecto causado por las defoliaciones varía entre gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente, las leguminosas interceptan más luz por la disposición característica de sus hojas, permitiendo recuperarse más rápidamente que las gramíneas, dentro de estas últimas también es posible encontrar este comportamiento diferencial entre los tipos erectos y postrados. Sin embargo, a pesar de que las leguminosas y las gramíneas postradas tienen rebrotes más rápido, alcanzan antes el IAF óptimo, por lo tanto, sus rendimientos de forraje resultan menor que el de una gramínea erecta. Se puede afirmar entonces que las gramíneas de porte erecto presentan un mayor rendimiento de forraje con manejos más aliviados (Carámbula, 2007a).

En concordancia con los párrafos anteriores, Heitschmidt (1984) reportó que la producción de plantas de porte erecto, como el *Lolium perenne* y *Lotus corniculatus*, así como su persistencia, aumentan proporcionalmente con el largo de los periodos de descanso, es decir con manejos más aliviados, generando mayores producciones de forraje por hectárea en pastoreos rotativos, al ser comparados con continuos.

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

2.3.4 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 carbohidrato (Gastal et al., 1992).

Por otra parte, Parsons et al. (1991), comentan que la producción de tejido foliar es un proceso que se da de forma continua, regulado por variables del ambiente y características del estado de la pastura. En tapices bajo pastoreo, el tejido foliar sufre eventos de defoliación cuya frecuencia e intensidad afectan la fisiología de las plantas, por su efecto en la tasa de producción de nuevas hojas. Por consiguiente, la optimización de los sistemas de pastoreo no puede concebirse independientemente de la maximización de la producción de forraje.

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 forrajeras 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, 2002).

2.3.4.1 Efecto sobre el rebrote

Para Escuder (1996), el rebrote de las pasturas depende de si existe eliminación del meristema apical, del nivel de carbohidratos en el rastrojo remanente y del área foliar remanente y su eficiencia fotosintética.

Cuando se somete una pradera a pastoreos intensos, hay una remoción sustancial de las hojas, por lo que la posterior restauración del área foliar depende de las reservas. Por otro lado, una pastura pastoreada severamente por un largo periodo no puede depender continuamente de las reservas, pues estas no son restablecidas debido al

bajo IAF. Entre tanto, cuando una pastura es mantenida con bajo IAF algunas plantas tienen capacidad de responder modificando su estructura y pasan a producir un mayor número de macollos por planta, pero de menor tamaño, teniendo las mismas hojas, más chicas (Nabinger, 1998).

Carámbula (1977), reporta que tanto las sustancias de reservas como el área foliar son factores determinantes que afectan el comportamiento de las diferentes especies, con una alta correlación ya que la acumulación de sustancias de reservas depende del proceso de fotosíntesis y éste a su vez de la superficie foliar de las plantas, el rebrote de una macolla luego de defoliada, va a depender de ambos parámetros.

Si el IAF remanente permite a las plantas quedar en una situación de equilibrio entre la fotosíntesis y la respiración, el rebrote podrá iniciarse sin dificultades y sin necesidad de recurrir a las sustancias de reserva. La mayor importancia del IAF remanente se da en periodos críticos como los de verano, ya que ésta actuará como una bomba de succión permitiendo utilizar mejor el agua del suelo y proveerá una mayor superficie fotosintetizante, lo que permitirá elevar las cantidades de metabolitos aún con bajos niveles de humedad (Blaster et al., citados por Carámbula, 2007b).

Es posible que sean necesarias cierta cantidad de defoliaciones frecuentes y sucesivas para bajar el nivel de reservas de carbohidratos solubles lo suficiente como para afectar el rebrote. Además, el impacto que el nivel de carbohidratos solubles tenga sobre el rebrote depende también de la altura del remanente, habiendo una interacción entre dichos factores. La altura de defoliación afecta no solo la cantidad absoluta de carbohidratos solubles en el remanente sino también los requerimientos de las plantas, según la capacidad fotosintética que represente (Fulkerson y Slack, 1995).

Booyesen y Nelson, citados por Escuder (1996), en sus trabajos con *Festuca arundinacea*, observaron que era de suma importancia lograr la máxima intercepción de luz, esto llevó a que se pensara una propuesta del manejo del pastoreo con este objetivo, así fue que se pensó que podrían obtenerse mayores rendimientos de materia seca, permitiendo que las pasturas rebroten lo más rápidamente posible hasta un punto algo superior al IAF óptimo, donde la tasa de crecimiento se hace cada vez menor, y volver a pastorear nuevamente un IAF algo inferior al óptimo, esto significa mantener a la pastura dentro de una estrecha zona donde la tasa de acumulación se mantiene cerca del máximo. Con pastoreos frecuentes y poco intensos. Sin embargo, se han presentado limitaciones en esta propuesta, asociadas a una menor densidad de la pastura, dado por una disminución en el número de macollos y la menor relación vivo/muerto, que afecta la calidad de la misma (Hunt y Brougham, citados por Escuder, 1996).

2.3.4.2 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 una de las estructuras más importantes para que una pastura produzca abundante forraje principalmente en momentos críticos como pueden ser déficits hídricos. Luego de cada corte o pastoreo una parte importante de los sistemas radiculares muere y con ella, en las leguminosas mueren también numerosos nódulos, lo cual sucede como consecuencia de la falta de aporte de carbohidratos producidos por la parte aérea, al quedar esta reducida luego de un pastoreo. Si ocurre un exceso hídrico en suelos con mal drenaje, asociado a sobrepastoreo, ocurren disminuciones en el crecimiento, volumen y vigor de los sistemas radiculares y por tanto condiciona, no solo un atraso importante en el rebrote de la parte aérea, sino lo que es peor, la supervivencia de las plantas en el verano siguiente. Esta época es el mejor momento para la formación y desarrollo de sistemas radiculares adecuados, que permiten enfrentar de mejor manera, situaciones críticas debidas por la ocurrencia de sequías que se registran mayormente en el verano (Carámbula, 2007b).

Cuanto más severo el pastoreo a 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 percederos de las plantas (Carámbula, 2002).

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 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 y la capacidad de fijar nitrógeno (Leath, citado por Altier, 1996).

2.3.4.3 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).

La utilización de la pastura depende de la frecuencia y severidad de defoliación, así como también de las características estructurales de la pastura. Cuando el intervalo entre sucesivas defoliaciones es mayor a la vida media foliar, una mayor proporción de material verde producido puede perderse por senescencia y la diferencia entre la producción primaria y la porción cosechable aumenta. Por esto el tipo de manejo (frecuencia y severidad de defoliación) interactúa con la morfogénesis y las características estructurales de la pastura para determinar la fracción cosechable de la

misma (Chapman y Lemaire, citados por Brancato et al., 2004). Esto es importante para establecer estrategias de pastoreo considerando el intervalo de aparición foliar, el número de hojas vivas por macollos y teniendo en cuenta el tiempo de descanso óptimo para cada especie en particular.

Las hojas, luego de alcanzar su tamaño final, viven durante un tiempo y mueren. El período durante el cual permanecen activas depende de muchos factores, como puede ser la especie y la estación del año. La tasa de aparición y la vida media de las hojas, son determinantes del porcentaje de cosecha ya que si, por ejemplo, el intervalo de aparición y muerte de hojas es de 25 días y la entrada de los animales a la pastura es cada 30 días, se está permitiendo que una proporción de las hojas muera antes de ser consumidas (Escuder, 1996).

En la mayoría de las pasturas, hay una gran cantidad de forraje que nunca se consume y eventualmente decae. Los sistemas de pastoreo continuo tradicionales pueden llegar a usar 30-40% de forraje disponible, perdiéndose el resto por sobre maduración o muerte. La mayor parte de esta pérdida ocurre por cargas inadecuadas o durante periodos de crecimiento rápido, cuando existe un exceso en relación a la demanda que el ganado realiza (The Stock Farmer, 2000).

A diferencia de otros aspectos analizados en párrafos anteriores, la utilización del forraje no va a depender del tipo de pastoreo (continuo vs rotativo) sino que va a depender de la vida media de las hojas de la pastura y de los niveles de nitrógeno que tengan disponible la pastura para su buen crecimiento (Nabinger, 1998).

Las máximas producciones de forraje se producen evitando defoliaciones severas, que restrinja el crecimiento posterior de forraje, pero que sea lo suficientemente intensa como para maximizar la eficiencia de cosecha, y disminuir las pérdidas de forraje por senescencia (Pearson et al., citados por Escuder, 1996).

2.3.4.4 Efecto sobre la morfología y estructura de las plantas

La morfología como la estructura de las plantas son modificadas por efecto del pastoreo, es así que existe una estrecha relación entre, densidad de macollos y el peso de los mismos en la pastura (Hodgson, citado por García et al., 2005).

Según Grant et al. (1981), la morfología de las plantas se ve modificada por efectos del pastoreo. El grado de modificación depende básicamente de la especie animal y la carga a la cual es sometida la pastura. A su vez el efecto de la defoliación no es significativo cuando esta se genera en la lámina de la hoja, pero se aprecia una disminución en el largo de las mismas cuando son defoliadas a nivel de su vaina.

Brancato et al. (2004), sostienen que el uso más intenso y frecuente de las pasturas y su efecto positivo en el aumento de la tasa de macollaje, es consecuencia de

una modificación del ambiente que rodea la planta provocado por el corte de plantas vecinas. El corte genera un cambio en el ambiente lumínico favorable para las plantas aumentando la relación rojo/ rojo lejano incidente, y por ende beneficiando la aparición de macollos. Posterior al pastoreo, durante el rebrote de las pasturas se observa un aumento en el número de macollos, para luego disminuir conforme aumenta el tamaño de los mismos (Hodgson, citado por García et al., 2005).

Especies de hábito erecto y que pueden ser defoliadas casi por completo, como es el caso de la alfalfa, tienen un desarrollo menor de los mecanismos homeostáticos, por lo tanto, si no se quiere perjudicar a estas plantas, es necesario retirar los animales y esperar a que recompongan su área foliar y sus reservas, durante un buen periodo de descanso. En algunas gramíneas como en el pasto ovillo o la cebadilla, las defoliaciones muy severas también son perjudiciales, por afectar la mayor parte de las reservas que se encuentran en la base de las vainas o pseudotallo. En gramíneas como el raigrás, la producción neta no se ve afectada debido a que existe una relación inversa entre el peso y tamaño de los macollos, lo que les permite alterar su estructura, por otro lado, si la tasa de crecimiento de la pastura disminuye con altas cargas, las pérdidas por senescencia también lo hacen (Escuder, 1996).

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

Por otra parte, Brancato et al. (2004), aseguran que si se manejan cargas elevadas acompañadas de períodos de descanso cortos aumenta la densidad de las hojas, sobre todo en los estratos inferiores (0-15 cm), así como aumenta la cantidad de material muerto. Por el contrario, manejando cargas bajas acompañadas de largos periodos de descanso reducen la densidad del tapiz, al aumentar la altura de las plantas como consecuencia de un alargamiento de los entrenudos.

2.3.4.5 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.

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

Cambios en la composición botánica debido a cambios en el manejo son lentos en ocurrir, mientras cambios en la estructura vertical de la pastura se dan en menor tiempo (Barthram et al., 1999).

Dependiendo de la familia a la que pertenezcan sean gramíneas o leguminosas, las pasturas pueden influir en forma distinta en la curva de respuesta entre oferta de forraje y consumo o ganancia de peso. Por un lado, con leguminosas, el consumo y las ganancias máximas, con una oferta no limitante, pueden ser más altos que con gramíneas, debido a factores nutricionales que afectan el consumo. Por el otro, con leguminosas el animal alcanza su máximo consumo a una oferta menor de forraje que con gramíneas, dado por factores no nutricionales como la estructura de la pastura, que facilitan la cosecha (Poppi et al., citados por Cangiano et al., 1996).

Según Carámbula (2004), la búsqueda del buen balance entre gramíneas y leguminosas se basa en que al aumentar la proporción de gramíneas en el tapiz y disminuir la presencia de las leguminosas se produce un decremento en las producciones animales, mientras que al aumentar la contribución de las leguminosas en detrimento de las gramíneas se incrementan las producciones animales, pero con serios riesgos de meteorismo. Un manejo eficiente de la luz a través de la defoliación puede hacer variar la proporción de las especies. Así, si bien las leguminosas se ven favorecidas con defoliaciones frecuentes explicado porque con áreas foliares menores absorben más energía que las gramíneas, y en general éstas últimas ven favorecido su crecimiento con defoliaciones poco frecuentes.

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

2.3.4.6 Efectos sobre la persistencia

La falta de persistencia ocurre en general por una pérdida de las especies perennes sembradas, básicamente las leguminosas, mientras que las gramíneas permanecen en poblaciones poco variadas, aunque teniendo rendimientos menores a medida que avanza la edad de la pastura. Al disminuir las leguminosas, sus nichos van siendo ocupados por plantas invasoras como malezas y gramíneas ordinarias, muchas veces anuales (Carámbula, 2007a).

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).

Muchos de los factores observados son el resultado de errores básicos en el manejo del pastoreo, independientemente de los problemas de persistencia que presentan las pasturas (Sheath et al., 1987).

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 asociada 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.

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

La vida de una pastura depende del manejo al cual se somete el primer año de vida. Con pastoreos demasiado frecuentes, no se permite a las plantas acumular reservas en órganos subterráneos, lo que provoca la muerte de las mismas cuando llegan las épocas donde la humedad de los suelos es insuficiente (Carámbula, 2004).

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).

2.3.4.7 Efecto sobre la calidad

Conforme avanza el ciclo de vida de las plantas (pasan de estado vegetativo a reproductivo), las hojas principal componente de calidad, contribuyen a una proporción al rendimiento de materia seca digestible. A su vez los tallos e inflorescencias aumentan en forma progresiva, por lo que, dado su menor valor nutritivo, la calidad de la pastura descende (Carámbula, 1977).

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.

En la etapa reproductiva se debe tener presente que va a existir una gran acumulación de materia seca, pero con una notoria caída en la calidad de la misma.

Por tanto, si el objetivo principal es el de utilizar el forraje directamente con los animales hay que hacer un balance entre los dos aspectos anteriores. De esta forma es ideal comenzar con el control temprano en la primavera. Cuando el animal no puede discriminar entre macollas vegetativas y reproductivas. Si esto se logra, el macollaje será activo, con sistemas radiculares más profundos y con entrega de forraje de mayor calidad hacia el verano. Debe de tenerse en cuenta que estos pastoreos de fines de primavera, así como los del inicio no deberán ser intensos. Todo esto se aplica para especies perennes donde la floración no es necesaria, y tiene beneficios suprimirse (salvo en algunas especies y bajo determinadas circunstancias). Contrariamente a lo que ocurre en las especies anuales donde hay que favorecer la floración y fructificación para asegurar su persistencia (Carámbula, 2007b).

Escuder (1996), 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.

Por otro lado, Carámbula (2004), sostiene que 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 tiene como consecuencia un mayor consumo.

2.3.5 Efecto del pastoreo sobre el desempeño animal

Para Cangiano et al. (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.

Lemaire y Chapman, citados por Chilibroste et al. (2005), sostienen que altas presiones de pastoreo pueden causar reducción en la tasa de crecimiento de las pasturas

por su efecto negativo sobre la morfogénesis y estructura de las plantas. Así mismo el aumento de la presión de pastoreo evita la acumulación de restos secos que afectan de forma negativa la tasa de crecimiento de la pastura.

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).

Cuando la cantidad de forraje es alta, el carácter del forraje determina el consumo a través de la distensión ruminal o, cuando el mismo es de muy alta calidad, a través del mecanismo metabólico. Por el contrario, si la cantidad de forraje es baja, el carácter del mismo poco tiene que ver con el consumo. En esta situación el consumo se ve más afectado por el comportamiento ingestivo, a través de las limitaciones en el peso del bocado, la tasa de bocado y/o el tiempo de pastoreo. Estas condiciones también podrían presentarse en situaciones de alta cantidad, pero de baja accesibilidad (Cangiano et al., 1996).

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).

Según Agustoni et al. (2008), animales sometidos a bajas asignaciones, tienen limitada la posibilidad de seleccionar la dieta, consumiendo mayor cantidad de forraje de menor calidad, deteriorando la performance individual. Si bien los animales manejados a bajas asignaciones hacen una mayor utilización del forraje, estos tienen mayores gastos energéticos en los procesos de cosecha, búsqueda y digestión del forraje consumido.

Cuando la disponibilidad de forraje se ve reducida, el peso de bocado disminuye, por lo que los animales tienden a aumentar el tiempo de pastoreo. El aumento de esta actividad trae como consecuencia mayores gastos de energía, lo cual puede producir deficiencias en la ganancia de peso de los animales, aun con igual consumo de forraje de similar digestibilidad (Kemp y Dowling, 2000).

2.4 PRODUCCIÓN ANIMAL

2.4.1 Aspectos generales de la producción animal

La producción de forraje en Uruguay se caracteriza por no tener impedimentos en cuanto a la utilización de 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 (invierno) y la de mayor producción (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).

En sistemas pastoriles, el consumo es generalmente más importante que la digestibilidad de la materia seca para maximizar la producción animal. Crampton et al., citados por Waldo (1986), calcularon una contribución relativa del 70% del consumo y 30% de la digestibilidad, donde se consideraron tanto gramíneas como leguminosas.

La carga animal es la principal variable de manejo que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y la persistencia de la pradera (Soca y Chilibroste, 2008).

Cangiano et al. (1996), aseveran que el consumo animal bajo pastoreo está regulado por 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 la capacidad de cosecha del animal como la tasa de bocado, tiempo de pastoreo y el peso de bocado. Este último factor es la variable que mayor importancia tiene sobre el consumo. Depende de la altura de la pastura, por lo que puede expresarse en 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.

2.4.2 Relación entre consumo - disponibilidad - altura

Más de un autor coincide en la existencia de una relación positiva entre la disponibilidad de forraje y el consumo del animal en pastoreo (Chacon et al., Jamieson y Hodgson, Dougherty et al., citados por Agustoni et al., 2008).

La relación entre consumo de materia seca y cantidad de forraje se expresa gráficamente como una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo. En la misma se observa una zona creciente, donde lo que limita el consumo es la capacidad

de cosecha del animal (factores no nutricionales). Este comportamiento ingestivo incluye el tiempo de pastoreo, la tasa de bocado y el peso de bocado, y es afectado por la selección de la dieta y la estructura de la pastura. Por otro lado, en la zona asintótica de la curva, los factores que comienzan a limitar el consumo son nutricionales, como la digestibilidad, el tiempo de retención en el rumen y la concentración de productos metabólicos, considerando la oferta de forraje como no limitante. Existen variaciones en el consumo y la ganancia de peso según la oferta de forraje. Tanto la altura como la densidad, inciden en la facilidad de cosecha por parte del animal, por lo tanto, sobre el peso de bocado y por consiguiente en el consumo diario (Poppi et al., 1987).

El peso de bocado es la variable del comportamiento ingestivo que mayor efecto tiene en el consumo, y la altura de la pastura parece ser la característica que tiene mayor incidencia en el peso del bocado (Hodgson, citado por Cangiano et al., 1996).

Laca y Ungar (1994), observaron en novillos que el peso de bocado fue afectado por la altura y la densidad de la pastura. Frente a una misma cantidad de biomasa, los animales lograron obtener los mayores pesos de bocado en pasturas altas y ralas en comparación con las bajas y densas.

2.4.3 Relación oferta de forraje - consumo

Hodgson (1990), asegura que la asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) es uno de los factores más importantes que afecta el consumo pasturas y uno de los más manejables cuando se pretende manejar el pastoreo. De todas formas, el pastoreo se debe manejar considerando que la dotación influye directamente en la utilización del forraje y en la vida productiva de la pastura (Cardozo, citado por Almada et al., 2007).

A medida que la oferta de forraje disminuye existe una reducción en el consumo como resultado de un incremento creciente en la dificultad de aprehensión e ingestión del forraje (Jamieson y Hodgson, 1979).

En general tanto bovinos como ovinos prefieren las hojas frente a los tallos, así como los materiales verdes y jóvenes frente a los maduros o muertos. En situaciones de exceso de forraje y de heterogeneidad de la pastura (tanto en estructura como en valor nutritivo), los animales tienen la posibilidad de seleccionar su dieta, cosechando algunas partes de las plantas y rechazando otras. A medida que las partes preferidas comienzan a declinar, la selección de los animales puede comenzar a afectar la tasa de consumo y el consumo diario (Ganskopp et al., citados por Cangiano et al., 1996).

Wales et al. (1998), encontraron que, con altas asignaciones de forraje, los animales seleccionan dieta con una mayor digestibilidad in vitro de la materia seca, una proporción mayor de proteína cruda y con menores niveles de fibra detergente neutro en relación a las dietas seleccionadas con bajas asignaciones de forraje

Dougerthy, citado por Almada et al. (2007), afirma que la tasa de consumo de MS aumenta hasta asignaciones de forraje de 10 kg/MS cada 100 kg de peso vivo aproximadamente. Incrementos en la oferta por encima de este valor no provocan aumentos en la tasa de consumo.

El trabajo realizado por Agustoni et al. (2008), fue sobre terneros de raza Holando, pastoreando una pradera de segundo año, y las especies que componían la mezcla eran *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Dichos autores recomiendan utilizar asignaciones de forraje del orden de 6% de peso vivo, ya que con dichas asignaciones lograron una adecuada ganancia animal por hectárea por año (530 kg), y una performance individual de los animales de 1,450 kg/animal/día, sin perjudicar el comportamiento de la pastura, tanto en composición botánica como en producción.

En una pastura perenne de primer año pastoreada con novillos Holando, Foglino y Fernández (2009), obtuvieron ganancias de 2 kg/animal/día y una ganancia total de 165 kg/animal en el periodo analizado, con una asignación de forraje de 6% (kg MS/100 kg PV) que es una asignación con la cual se logra una buena productividad animal y de la pastura. Estos altos valores de ganancia se deben a la eficiencia de la raza y a que la oferta de forraje no fue limitante. La producción total de carne por hectárea fue de 410 kg.

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.

Almada et al. (2007), encontraron ganancias medias diarias (GMD) de 1,0; 1,5; 1,7 y 1,7 kg/animal/día trabajando con ofertas de forraje de 2,0; 4,5; 7,0 y 9,5% del peso vivo respectivamente, en novillos de raza Holando pastoreando una pradera de primer año de vida, compuesta por *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Por otro lado, obtuvieron producciones de peso vivo por hectárea de 1100, 900, 700 y 500 kg respectivamente con las ofertas de forraje mencionadas anteriormente.

En relación a las ganancias por hectárea coinciden los investigadores en que hay una relación curvilínea entre la producción por hectárea y el aumento en la presión de pastoreo. El modelo de Mott (1960), predice que los valores negativos de ganancia por animal ocurrirán con un 50% más de animales por encima de la carga óptima,

mientras que el modelo lineal afirma que dichas ganancias ocurrirán a cargas mayores al doble que la carga óptima.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES

3.1.1 Lugar y período experimental

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Universidad de la República. Facultad de Agronomía; Paysandú, Uruguay); durante el período comprendido entre el 12 de febrero y el 24 de mayo del año 2019. Se evaluaron diferentes mezclas forrajeras al comienzo de su tercer año de vida. Los potreros de la estación que se utilizaron fueron el 32b y el 35 (Molino).

3.1.2 Información meteorológica

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).

3.1.3 Descripción del sitio experimental

El sitio experimental se ubica sobre la formación geológica Fray Bentos, y de acuerdo con la carta de reconocimiento de suelos a escala 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976) el experimento se encuentra sobre la unidad de suelos San Manuel. Los suelos que predominan son Brunosoles Éútricos Típicos (Háplicos) superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosa. Asociados, se encuentran 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 I
rg.+trébol rojo	festuca+alfalfa	festuca+alfalfa	rg.+trébol rojo	
Parcela 5	Parcela 6	Parcela 7	Parcela 8	Bloque II
rg.+trébol rojo	rg.+trébol rojo	festuca+alfalfa	festuca+alfalfa	
Potrero 35 Molino				
Parcela 9	Parcela 10	Parcela 11	Parcela 12	Bloque
festuca+alfalfa	festuca+alfalfa	rg.+trébol rojo	rg.+trébol rojo	III
Parcela 13	Parcela 14	Parcela 15	Parcela 16	Bloque
festuca+alfalfa	rg.+trébol rojo	rg.+trébol rojo	festuca+alfalfa	IV

3.1.4 Antecedentes del área experimental

Las mezclas evaluadas fueron sembradas el 12 de marzo de 2017 sobre rastrojo de *Setaria italica*. El método de siembra consistió en sembrar las gramíneas en la línea y las leguminosas al voleo. La mezcla considerada de más larga duración fue sembrada con *Festuca arundinacea*, cv. Thyphoon con una densidad de siembra de 15 kg/ha, en mezcla con *Medicago sativa* cv. Chaná de 12 kg/ha. Por otro lado, la mezcla de menor duración fue sembrada a una densidad de 18 kg/ha *Lolium perenne* cv. Horizon, y *Trifolium pratense* cv. E116 a una densidad de 6 kg/ha. Ambas mezclas se diferencian en su distribución estacional debido a su composición botánica, esperando que la mezcla que incluye alfalfa presente un mayor aporte estivo otoñal.

Las fertilizaciones del primer año consistieron de una aplicación de 150 kg/ha de 7-40-40-0 y 70 kg/ha de urea en el mes de junio, y a principios del mes de agosto con 70 kg/ha de Urea. En el segundo año se fertilizó con 100 kg/ha de 7-40-40-0 y 70 kg/ha de urea en otoño, y en agosto 70 kg/ha de urea.

3.1.5 Tratamientos

Los tratamientos consistieron en dos mezclas ultra-simples, compuestas por una gramínea y una leguminosa. Al mismo tiempo se evaluaron dos cargas dentro de cada mezcla por lo que se evaluaron 4 tratamientos.

F1) *Festuca arundinacea* y *Medicago sativa* baja carga.

F2) *Festuca arundinacea* y *Medicago sativa* alta carga.

R1) *Lolium perenne* y *Trifolium pratense* baja carga.

R2) *Lolium perenne* y *Trifolium pratense* alta carga.

Las mezclas fueron pastoreadas con novillos de raza Holando con un peso inicial, promedio individual de 340 kg, los tratamientos variaron entre cuatro y seis animales por parcela.

3.1.6 Diseño experimental

El experimento se realizó con un diseño en bloques completamente al azar, la superficie total del experimento es de 6,4 hectáreas las cuales se dividieron en 4 bloques (1,6 hectáreas c/u), cada bloque se dividió en 4 parcelas iguales, y cada una contiene uno de los tratamientos mencionados anteriormente. En cada bloque se evalúa la producción explicada por la mezcla y por la carga.

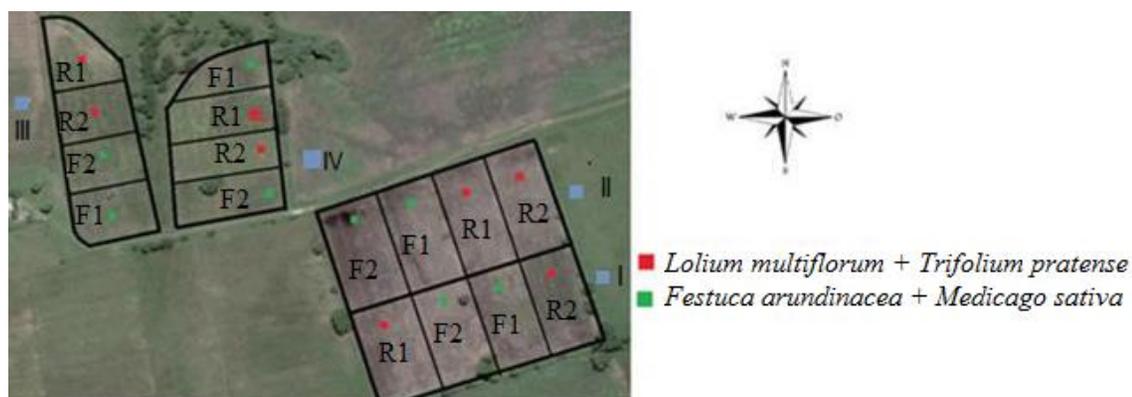


Figura No. 3. Disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental

El manejo animal se realizó mediante la utilización de cuatro grupos de animales distintos, los cuales pastoreaban un único tratamiento, de forma tal de poder obtener las ganancias de cada uno de los tratamientos evaluados. El ciclo de pastoreo fue de 40 días con un periodo de ocupación de 10 días y 30 días de descanso, igual para todos los tratamientos. El criterio de movimiento entre los bloques fue de cuando el remanente de uno de los tratamientos llegara a 7-10 cm.

3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

En este trabajo, las variables estudiadas fueron la producción de forraje de las mezclas, la composición botánica de las mismas a lo largo del período experimental y la producción de peso vivo, en términos de ganancia de peso individual de los animales.

3.2.1 Mediciones de las principales variables

A continuación, se describe el procedimiento utilizado para la medición de las distintas variables de interés para este trabajo.

3.2.1.1 Forraje disponible y rechazado

El forraje disponible es la cantidad de forraje presente (expresado en kg/ha de MS) previo al ingreso de los animales a la parcela. Por otro lado, el forraje remanente es el forraje presente luego de que los animales se retiran de la parcela.

Para la medición de estas variables el método utilizado fue el de doble muestreo (Cayley y Bird, 1991). Este consiste en la determinación de una escala de apreciación visual de 5 puntos para la medición del forraje disponible y remanente.

Se utilizó un rectángulo (0,5 m por 0,2 m) para la determinación de altura mediante el promedio de tres alturas tomadas en su diagonal. El criterio de decisión fue

el punto de contacto de la regla con el ápice de la hoja más alta (Barthram et al., 1999). Luego, con una tijera se realizó el corte de cada punto al ras del suelo dejando 1 cm de remanente. Cada muestra fue embolsada y etiquetada con el bloque y parcela, para tener la información precisa de cada una. Finalmente, el procedimiento en el laboratorio consistió en el pesado de las muestras en fresco y luego de ponerlas 48 horas en una estufa de circulación forzada de aire a 60 °C se determinó su peso seco.

La composición botánica fue realizada mediante la apreciación visual por biomasa a través del método de Brown (1954) identificándose gramíneas, leguminosas, restos secos, malezas lo que sumaba 100% y quedando la cuantificación del suelo descubierto por separado.

Con los datos obtenidos del peso seco de las muestras se procedió a calcular la regresión entre la altura de corte y la materia seca disponible.

3.2.1.2 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.

Previo al ingreso de los animales a los bloques y posterior a su retirada se tomaron 40 muestras por parcela con un rectángulo de 0,2 m por 0,5 m de lado distribuido al azar con la misma metodología descripta anteriormente. Esto permitió determinar la altura promedio del tratamiento que fue ingresado en el valor x de la regresión obtenida.

3.2.1.3 Producción de forraje

La producción de forraje en kg de materia seca por hectárea corresponde a la diferencia entre el forraje disponible y el forraje del pastoreo inmediatamente anterior, ajustado por la tasa de crecimiento de la pastura durante el período de pastoreo (Campbell et al., 1999).

3.2.1.4 Materia seca desaparecida

Se refiere a la cantidad de materia seca que desaparece durante el pastoreo. Se obtiene por la diferencia entre el forraje disponible y el remanente (Campbell et al., 1999).

3.2.1.5 Porcentaje de utilización

Es la relación entre la materia seca desaparecida y el forraje disponible antes de iniciar el pastoreo.

3.2.1.6 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 descubierto, 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.

3.2.1.7 Peso de los animales

Se realizó una pesada inicial, luego pesadas intermedias cada 40 días y finalmente pesada final de los animales con una balanza electrónica y el procedimiento estuvo a cargo de un funcionario de Facultad de Agronomía.

3.2.1.8 Ganancia de peso media diaria

La ganancia de peso media diaria individual (kg/animal/día) es la relación entre los kilogramos ganados en el periodo de estudio y el número de días comprendidos por este (peso vivo final menos peso vivo inicial) /total días).

3.2.1.9 Oferta de forraje

La oferta de forraje fue calculada como los kilos de materia seca disponible por parcela por día cada 100 kg de peso vivo de los animales.

3.2.1.10 Producción de peso vivo

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

3.3 HIPÓTESIS

3.3.1 Hipótesis biológica

La mezcla que contiene alfalfa debería presentar mayor producción en el periodo de estudio. Pueden existir diferencias en la producción debido a las diferentes cargas evaluadas y/o la mezcla utilizada.

3.3.2 Hipótesis estadística

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

H_a : existen al menos un T_i diferente.

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

El análisis de los datos se realizó empleando el programa estadístico INFOSTAT, con el cual las variables medidas fueron estudiadas por medio del análisis de varianza (ANAVA) determinando si existen diferencias entre tratamientos. En caso de detectar diferencias se realizó una prueba DMS con el fin de constatar cuales tratamientos son los que difieren. En este caso se tomó un nivel de significancia del 10%.

3.4.1 Modelo estadístico: producción de forraje

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

$$Y_{ij} = \mu + M_i + D_j + (M \times D)_{ij} + \xi_{ij}$$

Siendo:

- Y = corresponde a la producción de forraje.
- μ = es la media general.
- m_i = es el efecto mezcla.
- D_j = es el efecto carga.
- $(M \times D)_{ij}$ = es la interacción mezcla por carga.
- ξ_{ij} = es el error experimental.

3.4.2 Modelo estadístico: producción animal

$$Y_{i1} = \mu + T_i + \beta_1 + \xi_{i1} \text{ con } \xi_{i1} \text{ iid } \sim N(0; \sigma^2)$$

Siendo:

- $i = 1; 2; 3; 4$ tratamientos.

- Y_{i1} = al valor de la ganancia de peso del i-esimo tratamiento.
- μ = media poblacional
- β_1 = covarianza del peso inicial
- T_i = efecto del tratamiento ($T_1; T_2; T_3; T_4$)
- ξ_{i1} = es el error experimental.

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.

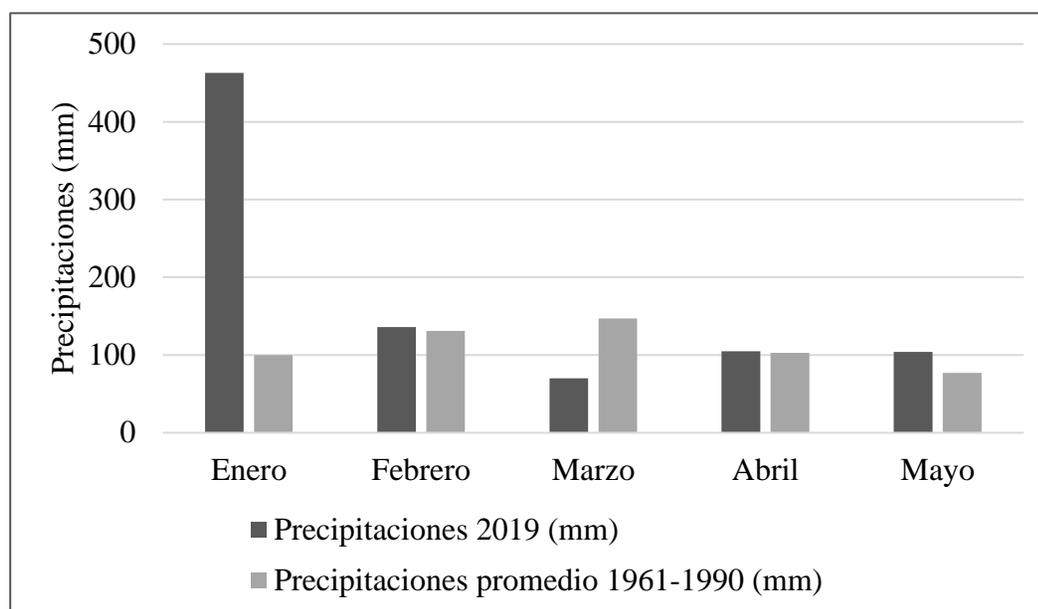


Figura No. 4. Comparación mensual de precipitaciones entre el año 2019 y la serie histórica 1961-1990

Los datos de precipitaciones y temperatura del experimento realizado, son comparados con una serie histórica que abarca 30 años (1961-1990), mediante gráficas entre los promedios de la serie y del año 2019 para el período de enero a mayo.

Los registros pluviométricos registrados durante el año en que se realizó el experimento (2019) fueron superiores a la serie histórica en la mayoría de los meses (excepto marzo) relevados, totalizando 878 mm para los meses de enero a mayo. El año de estudio no presentó características similares a la media del período histórico.

En el año del ensayo, enero se caracterizó por presentar precipitaciones cuatro veces mayores comparado con el promedio de la serie histórica, caracterizándose por un mes con excesos hídricos y poco común. Los meses de febrero, abril y mayo presentaron precipitaciones semejantes a las presentes en la serie histórica, el mes de

marzo se caracterizó por presentar menos de la mitad de las precipitaciones ocurridas en comparación con la serie en estudio.

Se realizó un balance hídrico meteorológico basado en la metodología de Thornthwaite y Mather para tener información que ayude a determinar si se presentaron déficits o excesos hídricos en el periodo de estudio. Cabe mencionar que la CAAD utilizada para realizar el balance fue de 80 milímetros. En el mismo se observó que en el periodo analizado el único mes que presentó deficiencias hídricas fue el mes de marzo, esto quiere decir que la demanda (ETP) no fue cubierta por las precipitaciones y la variación de almacenaje. De todas maneras, el déficit registrado fue mínimo (tan solo 5 milímetros). En los meses restantes se presentaron excesos hídricos, estos excesos se dan cuando la capacidad del suelo de almacenar agua está colmada, los destinos del agua excedente seguramente fueron el escurrimiento superficial y el drenaje profundo.

Por lo tanto, se puede concluir que en el periodo en estudio no se presentaron problemas asociados a déficits hídricos (ver anexo No. 1).

Como puede observarse en la figura siguiente, los meses de marzo y mayo fueron los que mostraron mayor discrepancia con respecto a la serie histórica.

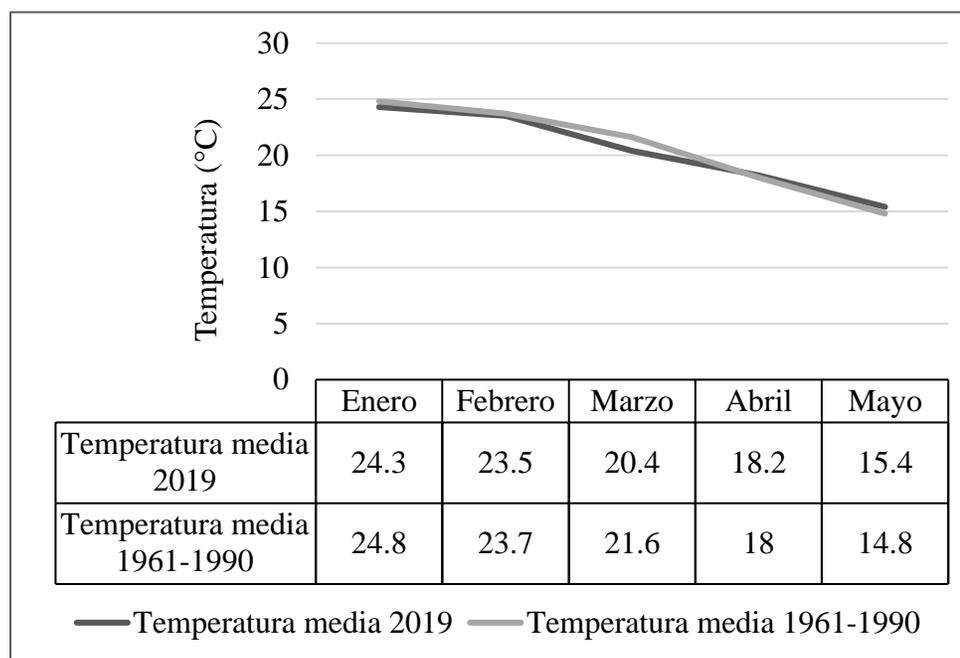


Figura No. 5. Comparación mensual del promedio de temperaturas para el año 2019 y la serie histórica 1961-1990

Las temperaturas medias, a partir del mes de marzo, superan los 20°C, quedando por fuera del 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 su óptimo desarrollo con temperaturas entre los 15 a 20 °C. En los dos últimos meses del periodo estudiado ya se dan las condiciones de temperatura óptima para las especies de las mezclas. Se puede concluir que en el verano las pasturas presentaron limitantes para su crecimiento, en los meses de abril y mayo las condiciones comienzan a favorecer el reinicio del crecimiento de las especies, debido a que las temperaturas estuvieron en el rango óptimo y no existieron déficits hídricos.

4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.2.1 Forraje disponible

A continuación, se presentan los datos de forraje disponible promedio para cada una de las mezclas utilizadas y para las distintas cargas, expresados en kgMS/ha.

Cuadro No. 2. Disponibilidad promedio de forraje en kgMS/ha para cada mezcla

Mezcla	Disponible (kgMS/ha)
festuca+alfalfa	3366 a
rg.+trébol rojo	2877 b

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

Como puede observarse en el cuadro, la mezcla de festuca+alfalfa presentó una mayor disponibilidad de forraje que la de rg.+trébol rojo. Esta diferencia podría explicarse por el mayor crecimiento y aporte estival de la alfalfa, dado que esta leguminosa forma un sistema ramificado de raíz pivotante y profunda que le permite una mayor exploración del suelo y consecuente aprovechamiento de los recursos. Además, el cultivar Chaná puede llegar a producir el 50% del forraje en verano. Esto sumado al mayor porcentaje del componente leguminosa en esta mezcla explican la mayor disponibilidad.

Cuadro No. 3. Disponibilidad promedio de forraje en kgMS/ha para cada carga

Carga	Disponible (kgMS/ha)
Alta	3286 a
Baja	2957 b

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

Considerando las distintas cargas manejadas en este trabajo se puede observar que la mayor carga determinó un mayor disponible. Esto podría estar relacionado con un mayor crecimiento, explicado por la alta remoción del forraje disponible

determinando mejores condiciones para el rebrote de la pastura. La alfalfa tolera pastoreos intensos por su rebrote a partir de yemas basales de la corona y la acumulación de reservas en la misma. Por otro lado, la mezcla de rg.+trébol rojo posee alta proporción de gramíneas C4 como *Digitaria sanguinalis* y *Setaria geniculata* donde la mayor carga permite menor acumulación de restos secos, acceso a mejor calidad de luz solar a hojas nuevas y mayor eficiencia fotosintética.

4.2.1.1 Altura de forraje disponible

A continuación, se presentan los datos de altura del forraje disponible para cada una de las mezclas utilizadas. Es importante destacar que para la carga tampoco existieron diferencias, pero presenta tendencia a significativo.

Cuadro No. 4. Altura de forraje disponible en cm para cada mezcla

Mezcla	Altura (cm)
festuca+alfalfa	31 a
rg.+trébol rojo	24 b

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

Al igual que en el cuadro anterior, existe una superioridad de la alfalfa en relación a la mezcla de rg.+trébol rojo. Hodgson (1990) afirma que la altura está relacionada con la disponibilidad de materia seca de la pastura, por lo tanto, es muy buen estimador de la misma. Es importante considerar que la alfalfa presenta porte erecto a partir de la corona, lo que determina una mayor altura comparado con la mezcla de rg.+trébol rojo donde las gramíneas presentes en esta presentaron alturas menores.

4.2.2 Forraje remanente

A continuación, se presentan los datos de forraje remanente promedio para cada una de las mezclas utilizadas, expresados en kgMS/ha. No existieron diferencias significativas en la carga ni en la interacción mezcla por carga.

En este punto es importante recordar cual fue el criterio de decisión para el cambio de parcela durante el experimento, como se mencionó anteriormente el mismo consistió en que la altura del forraje remanente de alguno de los tratamientos alcance los 7-10 cm. Dicho esto es esperable tener diferencias en los remanentes ya que es poco probable que todos los tratamientos alcanzaran esta altura en el mismo periodo de tiempo.

Cuadro No. 5. Remanente promedio de forraje en kgMS/ha para cada mezcla

Mezcla	Remanente (kgMS/ha)
festuca+alfalfa	1580 a
rg.+trébol rojo	1360 b

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

Como se observa en el cuadro existen diferencias significativas en la MS remanente entre las mezclas, coincide que se obtiene mayores remanentes en la mezcla que comienza el pastoreo con mayor disponibilidad. La disponibilidad de forraje ofrecida supera la demandada por los animales durante el período, de forma que éstos consumen sin restricciones y parte del forraje queda como excedente. En ambas mezclas los remanentes son considerados altos, se atribuye a la presencia de malezas donde en la mezcla de alfalfa se sobrepastoreo las especies sembradas en el proceso de selección, lo que determinó que la mayor cantidad de forraje se explique por la menor intensidad de pastoreo. Por otra parte, en la mezcla de rg.+trébol rojo la pastura se consumió más homogéneamente dando lugar a un mayor consumo de las malezas, lo que determinó un menor remanente.

4.2.2.1 Altura de forraje remanente

Al igual que los datos de forraje remanente promedio expresados en kgMS/ha. No existieron diferencias significativas en la carga ni en la interacción mezcla por carga. Si la hay en la variable mezcla como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 6. Altura de forraje remanente en cm para cada mezcla

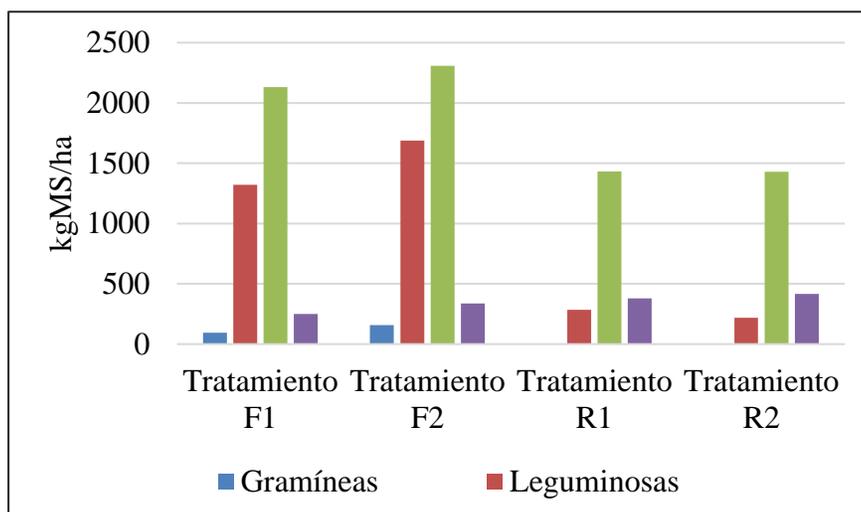
Mezcla	Altura (cm)
festuca+alfalfa	15 a
rg.+trébol rojo	13 b

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

Los remanentes obtenidos durante el experimento no coinciden con los indicados para obtener un buen aprovechamiento de la pastura, basado en el concepto de Cangiano et al. (1996) los pastoreos deben ser lo suficientemente intensos para tener una eficiencia de cosecha elevada y disminuir de esta forma las pérdidas por senescencia. Estas alturas se explican por la presencia de gramíneas C4 presentes en las mezclas como *Digitaria sanguinalis*, *Setaria geniculat* y *Echinochloa colona*.

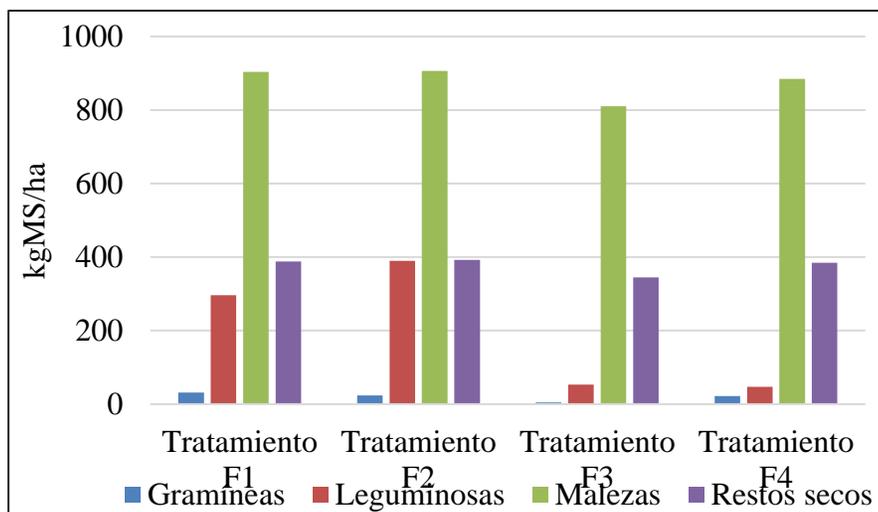
4.2.3 Composición botánica

A continuación, se presentan los resultados de la composición botánica promedio de los tratamientos, tanto para el forraje disponible como para el remanente. Este análisis es de modo representativo ya que no hubo diferencias significativas entre carga e interacción mezcla por carga.



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

Figura No. 6. Composición botánica promedio del forraje disponible para cada tratamiento, expresado en kgMS/ha



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

Figura No. 7. Composición botánica promedio del forraje remanente para cada tratamiento, expresado en kgMS/ha

En la variable mezcla si se observaron diferencias significativas en la composición botánica de cada una de ellas, como se observa en el siguiente cuadro donde cada componente está expresado en porcentaje (%) y la suma de los mismos es 100% quedando excluido de la misma el componente suelo descubierto (S.D).

Cuadro No. 7. Composición botánica de cada mezcla expresada en porcentaje

Mezcla	Gramíneas (%)	Leguminosas (%)	Malezas (%)	Restos secos (%)	Suelo descubierto (%)
festuca+alfalfa	3,9 a	44,1 a	43 b	9 b	6 b
rg.+trébol rojo	0,1 b	8,3 b	77,6 a	14 a	9 a

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

En este punto es importante tener en cuenta el periodo de evaluación y el componente de cada una de las mezclas. El bajo aporte de las gramíneas está en parte explicado por su baja presencia y su ciclo de producción invernal. En el componente leguminosa se observó un gran aporte de la alfalfa que explica la superioridad en forraje disponible mencionado anteriormente. En el caso de la mezcla rg.+trébol rojo el bajo aporte de este componente está relacionado a una baja densidad de plantas, una de las causas es que esta especie se comporta como bienal y el experimento se realizó en el tercer año de vida.

El componente malezas es considerado alto, sin embargo, hay que considerar su aporte forrajero debido a la presencia de gramíneas estivales como *Setaria geniculata*, *Cynodon dactylon* y *Cenchrus pauciflorus* (estado vegetativo) que se presentan como malezas, pero son parte de la dieta del animal. En la mezcla rg.+trébol rojor hay una mayor presencia de malezas debido a que la especie *Lolium perenne* tiene como gran limitante la baja tolerancia al déficit hídrico, contribuyendo a que en el periodo estival se produzcan pérdidas de plantas. Esto se acentuó más debido a que en el primer verano de esta pastura (2017/2018) hubo deficiencias hídricas, lo cual pudo provocar una mayor invasión de malezas.

El componente restos secos es superior en la mezcla de rg.+trébol rojo debido a la menor presencia de especies en activo crecimiento y el mayor nivel de enmalezamiento el cual estaba en estado reproductivo.

El componente suelo descubierto es importante ya que cuando sus porcentajes son elevados brinda condiciones favorables para la colonización de malezas estivales por lo que podría comprometer la performance de la pastura (Carámbula, 2007a). Como se observa en el cuadro la mezcla de rg.+trébol rojo presentó una mayor superficie descubierta por baja presencia de especies sembradas, dando lugar a la presencia de malezas estivales. Por otra parte, la mezcla de festuca+alfalfa presentó menor proporción de suelo descubierto por lo que es buen competidor frente a gramíneas estivales por el activo crecimiento de la alfalfa en este periodo.

4.2.4 Forraje desaparecido

En los siguientes cuadros se puede apreciar el forraje desaparecido para cada mezcla y para cada carga, no se representa la interacción mezcla por carga ya que no se encontraron diferencias significativas en la misma.

Cuadro No. 8. Forraje desaparecido en kgMS/ha para cada mezcla

Mezcla	kgMS desaparecida/ha
festuca+alfalfa	1787 a
rg.+trébol rojo	1517 b

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

Como se observa en el cuadro hay diferencias significativas entre las mezclas donde festuca+alfalfa tuvo mayor cantidad de forraje desaparecido. Esto se debe al mayor contenido de leguminosas en la mezcla, lo que la vuelve más palatable y digestible por su nerviación reticular. Como consecuencia se da un mayor consumo reflejado en los kgMS desaparecida/ha.

Cuadro No. 9. Forraje desaparecido en kgMS/ha para cada carga

Carga	kgMS desaparecida/ha
Alta	1765 a
Baja	1538 b

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

Como se observa en el cuadro, existen diferencias significativas entre las distintas cargas donde una mayor carga determinó mayor cantidad de forraje desaparecido y podría lograr una mayor utilización.

El forraje desaparecido no depende únicamente del consumo de los animales, sino también de las pérdidas por pisoteo, senescencia de hojas, así también como de la producción y del porcentaje de utilización. Una baja utilización porcentual puede ser contrarrestada por una alta producción de forraje dado que el forraje disponible al momento del pastoreo es mayor (Almada et al. 2007, Agustoni et al. 2008).

El porcentaje de utilización hace referencia a un forraje disponible inicial sobre el cual se cuantifica que proporción de éste fue utilizado, es esperable observar una mayor utilización del forraje cuando se trabaja con mayores cargas.

4.2.5 Utilización

A continuación, se presentan los cuadros con los resultados obtenidos de la utilización del forraje disponible, tanto para las diferentes mezclas como para las diferentes cargas, simplemente a modo representativo ya que no existieron diferencias significativas en el porcentaje de utilización para estas variables. Sin embargo, como se mencionó anteriormente se debe considerar las diferencias en el disponible ya que grandes diferencias en este con una misma utilización determinan que el forraje cosechado sea considerablemente mayor en aquellos tratamientos que parten de una mayor cantidad de forraje disponible inicial.

Cuadro No. 10. Porcentaje de utilización para cada mezcla

Mezcla	% utilización
festuca+alfalfa	51,4 a
rg.+trébol rojo	51,4 a

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

Cuadro No. 11. Porcentaje de utilización para cada carga

Carga	% utilización
Alta	52,4 a
Baja	50,4 a

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

Afirmando el concepto de Zanoniani (1999), obtener utilizaciones de forraje que superen el 55% es poco probable aun así en cargas elevadas.

4.2.6 Tasa de crecimiento

A continuación, se presentan las tasas de crecimiento para cada mezcla y para cada carga respectivamente. La interacción de estas no presentó diferencias significativas para esta variable.

Cuadro No. 12. Tasa de crecimiento en kgMS/ha/día para cada mezcla

Mezcla	T.C en kgMS/ha/día
festuca+alfalfa	48,7 a
rg.+trébol rojo	40,7 b

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

Como se mencionó anteriormente era esperable altas tasas de crecimiento en la mezcla de festuca+alfalfa por el aporte de esta leguminosa en la mezcla. Es llamativo el valor de la mezcla de rg.+trébol rojo ya que como se hizo referencia en el punto de composición botánica esta mezcla no tiene aporte estival de la gramínea sembrada y la leguminosa estaba en muy bajo porcentaje. Por lo tanto, esta tasa de crecimiento considerada buena está representada en esta mezcla por la presencia de gramíneas anuales estivales C 4 identificadas como malezas, pero con buen aporte de forraje.

Cuadro No. 13. Tasa de crecimiento en kgMS/ha/día para cada carga

Carga	T.C en kgMS/ha/día
Alta	49,7 a
Baja	39,7 b

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

La tasa de crecimiento de la pastura está determinada en gran medida por el forraje remanente. Remanentes que dejen muy poca área foliar retrasan demasiado el rebrote, sin embargo, cuando se realizan manejos muy aliviados el área foliar remanente suele ser poco eficiente fotosintéticamente. Es por esto que el manejo de la pastura

juega un rol fundamental no solo para su persistencia sino también para obtener altas tasas de crecimiento y consecuentemente producciones de forraje.

Reafirmando este concepto, la carga alta logró un mayor crecimiento, esto puede ser explicado en términos de calidad de forraje, eficiencia fotosintética y acceso de la luz solar a hojas nuevas. También a una menor acumulación de restos secos.

4.2.7 Producción de materia seca

Al igual que el punto anterior la producción de MS presentó diferencias significativas para la mezcla y la carga, pero no para su interacción.

Cuadro No. 14. Producción de MS para cada mezcla

Mezcla	Producción de MS (kgMS/ha)
festuca+alfalfa	5276 a
rg.+trébol rojo	4386 b

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

Cuadro No. 15. Producción de MS para cada carga

Carga	Producción de MS (kgMS/ha)
Alta	5356 a
Baja	4306 b

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

La producción de MS hace referencia a los kgMS/ha corregido por una tasa de crecimiento y un periodo libre de pastoreo. Esta define el ingreso de los animales a la parcela y su disponibilidad de forraje. Como puede observarse en los cuadros, existen diferencias significativas entre mezclas y cargas donde la mezcla de festuca+alfalfa y la carga alta fueron las que lograron una mayor producción.

4.2.8 Suelo descubierto

Esta variable es consecuencia del pastoreo y puede incidir en la erosión y compactación del mismo. Presenta importancia en el control de malezas, ya que poca cobertura está directamente relacionada con un alto enmalezamiento. Se podría esperar una mayor proporción de suelo descubierto en aquellos tratamientos que presenten mayor carga, sin embargo, como se verá a continuación este concepto no coincide con los resultados obtenidos ya que para las diferentes cargas no se encontraron diferencias en el componente analizado. Es importante aclarar que el suelo descubierto no presentó diferencias significativas en el remanente para ninguna de las variables ni en su interacción, siendo mayor que el suelo descubierto presente en el disponible.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de suelo descubierto para cada una de las mezclas ya que fue la única variable que mostró diferencias. No siendo significativas para la carga y la interacción mezcla por carga.

Cuadro No. 16. Porcentaje de suelo descubierto del disponible para cada mezcla (%S.D)

Mezcla	% S.D
festuca+alfalfa	6 a
rg.+trébol rojo	8,9 b

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

Es significativamente mayor la proporción de suelo descubierto en la mezcla de rg.+trébol rojo que en la de festuca+alfalfa, este resultado se explica por la menor proporción de especies sembradas en esta mezcla.

4.2.9 Oferta de forraje

En este punto es importante tener en cuenta en qué periodo se realizó cada pastoreo, cuáles fueron las condiciones climáticas y el efecto de la defoliación en el rebrote de cada una de las mezclas. También cuales son las dos variables que lo afectan, kgMS/ha disponible y peso vivo. Básicamente el pastoreo 1 se comprende por los meses de febrero-marzo y el pastoreo 2 en abril-mayo.

Cuadro No. 17. Oferta de forraje para cada tratamiento expresada como kg de materia seca por día cada 100 kg de peso vivo

Tratamiento	F1	F2	R1	R2
Oferta pastoreo 1 (kgMS/día/100 kgPV)	6,4	3,9	5,3	4,2
Oferta pastoreo 2 (kgMS/día/100 kgPV)	9,1	5,5	6,4	7,7
Oferta promedio (kgMS/día/100 kgPV)	7,8	4,7	5,85	5,95

La idea del experimento era manejar una oferta de 8% en la carga baja y del 5% en la carga alta. De esta manera manejar dentro del rango optimo diferentes cargas. Sin embargo, en la mezcla de rg.+trébol rojo no se ajustó la carga como era previsto y por tanto ambas ofertas fueron similares.

Como se pudo observar en el cuadro todas las ofertas de forraje aumentaron en el pasaje del verano al otoño. Si bien los animales aumentaron su peso, en términos relativos el aumento del forraje disponible fue mayor y por lo tanto la oferta aumentó.

Según Mott (1960), a baja carga la producción por animal es alta, aumentos sucesivos en la carga provocan disminuciones en la ganancia individual, pero aumento en la ganancia por hectárea dentro de determinado rango. En base a esto y en los valores recomendados de oferta de forraje según Almada et al. (2007), Agustoni et al. (2008) se

podría decir que las ofertas promedio en el experimento están dentro del rango óptimo para lograr tanto ganancias individuales y por hectárea aceptables.

4.3 PRODUCCIÓN ANIMAL

A continuación, se presentan los resultados de evolución de peso vivo y carga en kg de PV por ha en el periodo de evaluación.

La carga se calculó multiplicando los pesos promedios de los animales en cada tratamiento por el número de estos, a ese resultado se lo pasó a una hectárea y luego a este valor se lo dividió entre 380 que son los kg correspondientes a 1 UG.

Cuadro No. 18. Ganancias de PV en el periodo de evaluación

Tratamiento	Peso 12/02/19	Peso 28/05/19	Peso promedio (kg)	Carga en UG/ha	Número de animales
F1	308	351	329,5	2,7	5
F2	383	432	407,5	4	6
R1	344	392	368	2,4	4
R2	318	390	354	2,9	5

4.3.1 Ganancia media diaria por animal y oferta de forraje

La ganancia media diaria (GMD) se calculó dividiendo los kg ganados en el periodo entre el número de días que duró el mismo.

Cuadro No. 19. Ganancias en kg PV/a/día y oferta de forraje para cada tratamiento en el periodo de evaluación

Tratamiento	Ganancia (kgPV/a/día)	Oferta de forraje (kg MS/100 kgdePV)
F1	0,41 b	7,8
F2	0,45 b	4,7
R1	0,45 b	5,9
R2	0,70 a	6,0

En el presente cuadro se evidencian las ganancias diarias para cada tratamiento y las ofertas manejadas en cada uno de ellos. Se observó que en la mezcla de festuca y alfalfa no se obtuvieron diferencias significativas para las diferentes ofertas. Esto se contradice con la curva de Mott (1960) donde a mayores asignaciones de forraje serian esperables mayores ganancias individuales. Teniendo en cuenta la composición botánica se puede atribuir estos resultados a los mayores gastos de energía de

mantenimiento en el proceso de búsqueda y selección de la dieta en el tratamiento que se manejó a alta oferta. Disminuyendo la oferta los animales se ven obligado a realizar una menor selección, como consecuencia las ganancias no tuvieron diferencias significativas.

Es importante destacar que las ganancias individuales pudieron estar limitadas por factores ajenos a la composición botánica y producción, relacionadas con el confort térmico de los animales.

4.3.2 Producción de carne por hectárea

La producción de carne por hectárea se calculó multiplicando la ganancia individual por el número de días y por el número de animales de cada tratamiento.

Cuadro No. 20. Producción de carne por hectárea

Tratamiento	Producción de carne en kg/ha
F1	136
F2	187
R1	122
R2	228

Como se observa en el cuadro la producción de carne por hectárea en el tratamiento F2 es considerablemente mayor que en el tratamiento F1, esto se debe a una mayor ganancia individual y carga por hectárea.

Con respecto a los tratamientos R1 y R2 que representan la mezcla de rg.+trébol rojo la ganancia individual y producción de carne por hectárea es marcadamente mayor al aumentar la carga, logrando este último tratamiento los mejores resultados del experimento en el periodo evaluado.

5. CONCLUSIONES

La mezcla de festuca+alfalfa mostró una superioridad en cuanto a producción de forraje en el periodo de evaluación.

Independientemente de las mezclas utilizadas las cargas altas lograron una mayor producción de forraje por hectárea.

En cuanto al % de utilización de las pasturas, no hubo diferencias significativas para las diferentes mezclas ni cuando se utilizaron distintas cargas.

La mezcla de rg.+trébol rojo no mostró una clara relación entre la producción y composición de la mezcla con resultados obtenidos en la ganancia individual y en la producción de carne por hectárea.

La producción de carne/ha fue mayor en aquellos tratamientos que manejaron una menor oferta de forraje.

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 tercer año en el período estivo-otoñal. 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 12 de febrero de 2019 hasta el 24 de mayo 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 novillos Holando de similares pesos al inicio y distribuidos al azar. El experimento se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario Alberto Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay), en 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 7 - 10 cm. Se observaron diferencias significativas en forraje disponible y altura del mismo, forraje remanente y altura, porcentaje de leguminosas, utilización, tasa de crecimiento, crecimiento ajustado y suelo descubierto. Para todas las variables mencionadas la mezcla de festuca + alfalfa fue significativamente superior a la mezcla de Rg + Tr por lo que el efecto mezcla fue relevante. El efecto carga fue significativo en la disponibilidad, tasa de crecimiento y crecimiento ajustado donde en todos los casos se observó la superioridad de la carga alta. En la utilización no se observaron diferencias significativas por la variación de carga. En cuanto a la producción animal, los diferentes tratamientos no mostraron diferencias en las GMD a excepción del tratamiento de Rg + Tr manejado en alta carga que fue el que logró una superioridad marcada. Sin embargo, en producción de carne por unidad de superficie los tratamientos con mayores cargas fueron superiores a los manejados a baja carga, debido a que aumentaron el número de animales con un mejor aprovechamiento del forraje, sin un detrimento de la producción individual.

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

7. SUMMARY

The objective of the present work was to evaluate the forage production, botanical composition and meat production of two mixtures composed of a grass and a legume, in its third year in the summer-autumn period. The treatments were divided into *Lolium perenne* cv. Horizon plus *Trifolium pratense* cv. E116 and *Festuca arundinacea* cv. Thyphoon with *Medicago sativa* cv. Chaná. The period analyzed was from February 12th, 2019 until May 24th of the same year, using an experimental randomized block design, consisting of four blocks divided into plots that contained two repetitions of each treatment. In each plot Holando steers of similar weights were used at the beginning and distributed randomly, with a load that varied between four and six animals per plot. The experiment was carried out in the Experimental Station Dr. Mario Alberto Cassinoni (Faculty of Agronomy, University of the Republic, Paysandú, Uruguay), in the pastures 32b and 35 (latitude: 32 ° 22 '31.00' 'S, longitude 58 ° 03 '46.00' 'OR). The grazing method was rotary, using an intensity of between 7 - 10 cm as a change of fringes criteria. Significant differences were observed in available forage and height, remaining forage and height, percentage of legumes, utilization, growth rate, adjusted growth and bare soil. For all the variables mentioned, the mixture of fescue + alfalfa was significantly higher than the mixture of Rg + Tr, so the mixing effect was relevant. The load effect was significant in the availability, growth rate and adjusted growth where in all cases the superiority of the high load was observed. In the use no significant differences were observed due to the variation in load. Regarding animal production, the different treatments did not show differences in GMD except for the treatment of Rg + Tr handled at high load which was the one that achieved a marked superiority. However, in meat production per unit area the treatments with higher loads were higher than those handled at low load, because they increased the number of animals with better use of fodder, without detriment to individual production.

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

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agustoni, F.; Bussi, C.; Shimabukuro, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.
2. Almada, F.; Palacios, M.; Villalba, S.; Zipítria, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 90 p.
3. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
4. Altier, N. 1996. Enfermedades de leguminosas forrajeras: diagnóstico, epidemiología y control. In: Díaz de Ackermann, M. ed. Manejo de enfermedades en cereales de invierno y pasturas. Montevideo, INIA. pp. 87-104 (Serie Técnica no. 74).
5. Arenares, G.; Quintana, C.; Ribero, J. 2011. Efecto de tipo de mezcla forrajera sobre la productividad del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 89 p.
6. Ayala, W.; 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.
7. 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.
8. Barthram, G. T.; Bolton, G. R.; Elston, D. A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. *Agronomie*. 19 (6):445-456.
9. Bertín, O.; Scheneiter, O. 1998. Producción de forraje y cultivos forrajeros en el Norte de la Pcia. de Buenos Aires. *Revista de Tecnología Agropecuaria*. 3 (7):455-465.

10. Bignoli, D. P.; Mársico, O. J. V. 1984. Pasturas: implantación, manejo y control de malezas. Buenos Aires, Argentina, Cadia. 134 p.
11. Blaser, R. E., Skrdla, W. H.; Taylor, T. H. 1952. Ecological and physiological factors in compounding forage seed mixtures. *Advances in Agronomy*. 4:179-216.
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. Campbell, B. D.; Mitchell, N. D.; Field, T. R. O. 1999. Climate profiles of temperate C3 and subtropical C4 species in New Zealand pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 42 (3):223-233.
15. Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
16. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 463 p.
17. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
18. _____. 2002. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
19. _____. 2004. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
20. _____. 2007a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
21. _____. 2007b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 357 p.
22. _____. 2010a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.

23. _____. 2010b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
24. Cayley, J. W. D.; Bird, P. R. 1991. Techniques for measuring pastures. Victorian Department of Agriculture. Technical Report Series no. 191. 41 p.
25. 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.
26. Chilbroste, P.; Soca, P.; De Armas, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangüé. no. 27:15-17.
27. Correa Urquiza, A. 2003. Mezclas forrajeras. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 22 p. Consultado jun. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/18-mezclas_forrajeras.pdf
28. De Souza, P.; 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.
29. Donaghy, D. J.; Fulkerson, W. J. 1998. Priority for allocation of watersoluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. Grass and Forage Science. 53 (3):211-218.
30. _____.; Fulkerson, B. 2001. Principles for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures. Burnie, Tasmania, Tasmanian Institute of Agricultural Research. 10 p.
31. Escuder, C. 1996. Manejo de la defoliación. Efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
32. 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.
33. Formoso, F. A. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
 34. _____. 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).
 35. 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.
 36. García, J. A. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, Uruguay, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).
 37. _____. 2015. Instalación y manejo de praderas. (en línea). Montevideo, Instituto Plan Agropecuario. 32 p. Consultado jul. 2019. Disponible en <http://www.planagropecuario.org.uy/uploads/librillos/31/files/assets/basic-html/page14.html>
 38. Garduño Velázquez, S.; Pérez Pérez, J.; Hernández Garay, A.; Herrera Haro, J. G.; Martínez Hernández, P. A.; Joaquín Torres, B. M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. *Técnica Pecuaria en México*. 47 (2):189-202.
 39. 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.
 40. Grant, S. A.; Barthram, G. I.; Torvell, L. 1981. Componentes of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. *Grass and Forage Science*. 36:155-168.
 41. Harris, W.; Lazenby, A. 1974. Competitive interaction of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. *Australian Journal of Agriculture Research*. 25 (2):227-246.

42. Heitschmidt, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management*. 40:216-223.
43. Hodgson, J. 1990. *Grazing management: science into practice*. New York, Longman. 203 p.
44. _____.; Lemaire, G.; Da Silva, S. C.; Agnusdei, M.; Wade, M. 2009. Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures; a review. *Grass and Forage Science*. 64 (4):341-353.
45. INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). 2012. Catálogo. (en línea). Montevideo. 107 p. Consultado jul. 2019. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2012/PubForrajasPeriodo2012.pdf
46. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2019a. Catálogo. (en línea). *Revista del Plan Agropecuario*. no. 92:s.p. Consultado jun. 2019. Disponible en https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R92/R92_42.htm
47. _____. 2019b. Catálogo. (en línea). Montevideo. 2 p. Consultado jun. 2019. Disponible <http://www.inia.org.uy/productos/cvforrajas/echana.pdf>
48. _____. 2019c. Catálogo. (en línea). Montevideo. 2 p. Consultado jun. 2019. Disponible <http://www.inia.org.uy/productos/cvforrajas/e116.pdf>
49. Izaguirre, P. 1995. Especies indígenas y subespontaneas del género *Trifolium* L. (Leguminosae) en el Uruguay. Montevideo, INIA. 22 p. (Serie Técnica no. 58).
50. Jamieson, W. S.; Hodgson, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*. 34 (4):261-271.
51. Kemp, D. R.; Dowling, P. M. 2000. Towards sustainable temperate perennial pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 40 (2):125-132.

52. Laca, E.; Ungar, E. 1994. Mechanisms of handling time and intake rate of a large mammalian grazer. *Applied Animal Behaviour Science*. 39:3-19.
53. Langer, R. H. M. 1981. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 514 p.
54. Lemaire, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing; tissue turnover. *In*: International Symposium on Animal Production under Grazing (1st., 1997, Viçosa). Proceedings. Viçosa, Universidad Federal de Viçosa. pp. 117-144.
55. McKee, W. H., Brown, R. H.; Blasser, R. E. 1967. Effect of clipping and nitrogen fertilizer on yield and stand of tall fescue. *Crop Science*. 7:567-570.
56. Mansat, P. 1973. Bibliography of agriculture. *Fourrages*. 55:3-14.
57. Mazzanti, A.; Lemaire, G.; Gastel, F. 1994. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass and Forage Science*. 49 (2):111-120.
58. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2017. Anuario estadístico agropecuario 2017. (en línea). Montevideo. 214 p. Consultado abr. 2019. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/sites/dieaanuario2017.pdf>
59. 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. 2019. Disponible en http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/Revista_on_line/Revista_158/files/assets/basic-html/page3.html
60. Montossi, F.; Risso, D. F.; Pigurina, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. *In*: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. *Producción y manejo de pasturas*. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).
61. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and measurements of pasture production. *In*: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford). Proceedings. Oxford, Allden. pp. 606-611.

62. Muslera, E.; Ratera, C. 1984. Praderas y forrajes: producción y aprovechamiento. Madrid, España, Mundi-Prensa. pp. 62-190.
63. Nabinger, C. 1996. Eficiencia do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. *In*: Simposio sobre Manejo da Pastagem (14°. 1997, Piracicaba). Fundamentos do pastejo rotacionado. Piracicaba, Brasil, ESALQ. pp. 213-251.
64. Oregon State University, US. 2013. Ryegrass for forage. (en línea). Oregon. s.p. Consultado jun. 2019. Disponible en <https://www.ryegrass.com/forage.html>
65. Parsons, A. J.; 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. Poppi, D. P.; Hughes, T. P.; L'huillier, P. J. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. *In*: Nicol, A. M. ed. *Livestock feeding on pasture*. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-64 (Occasional publication no. 10).
68. 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>
69. 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. pp. 5-13 (Boletín de Divulgación no. 69).
70. Rhodes, I. 1969. The yield, canopy structure and light interception of two ryegrass varieties in mixed and monoculture. *Journal of the British Grassland Society*. 24:123-127.

71. Rosengurtt, B. 1979. Tabla comportamiento de las especies de pantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Uruguay, UdelaR. Dirección General de Extensión Universitaria. 83 p.
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. 96 p.
73. Schneiter, O.; Pagano, E. 1998. Producción de forraje y composición botánica de pasturas mixtas de festuca y trébol blanco fertilizadas con nitrógeno. *Revista de Tecnología Agropecuaria*. 3 (9):10-14.
74. _____. 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. Sheath, G. W.; Hay, R. J. M.; Giles, K. H. 1987. Managing pastures for grazing animals. *In*: Nicol, A. M. ed. *Livestock feeding on pasture*. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 65-74 (Occasional publication no. 10).
76. 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.
77. Soca, P.; Chilibroste, P. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años: aportes desde la EEMAC. *Cangüé*. no. 30:36-44.
78. The Stock Farmer, AR. 2000. Rotación de pastoreo. (en línea). Buenos Aires, Argentina. s.p. Consultado 20 oct. 2019. Disponible en <http://www.imperiorural.com.ar/imperio/estructura/miriam%20archivos/Bovinos/rotaciondepastoreo.htm>
79. Thornthwaite, C. W.; Mather, J. R. 1955. *The water balance*. New Jersey, Drexel Institute of Technology. 101 p. (Publications in Climatology)
80. 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.
81. 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.

82. Waldo, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage -concentrate interaction. *Journal of Dairy Science*. 69 (2):617-631.
83. Wales, W. J.; Doyle, P. T.; Dellow, D. W. 1998. Dry matter intake, nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at different pasture allowances in summer and autumn. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 38 (5):451-460.
84. Zanoniani, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. *Cangüé*. no. 15:13-17.

9. ANEXOS

Anexo No. 1. Balance hídrico

Mes	P	ETP	P-ETP	Alm.	Var. alm.	ETR	Def.	Exc.
Enero	463	113	350	80	80	113	0	350
Febrero	136	127	9	80	0	127	0	9
Marzo	70	99	-29	56	-24	94	5	0
Abril	105	76	29	80	24	76	0	5
Mayo	104	50	54	80	0	50	0	54

Este balance se realizó basado en la metodología de Thornthwaite y Mather (1955). Dicha metodología tiene como supuestos que:

- 1) toda la precipitación es igualmente efectiva. Es decir que toda la precipitación va a infiltrar, no existiendo ni escurrimiento superficial ni drenaje profundo en tanto no se haya colmado la capacidad de almacenaje de agua del suelo (CAAD).
- 2) La precipitación está disponible en primera instancia para ser evapotranspirada.
- 3) Los excesos que comprenderían el drenaje profundo y el escurrimiento superficial no se acumulan en el periodo que se generan hacia el siguiente. Se considera que estos se disipan y no se cuentan para el siguiente periodo.

Anexo No. 2. Identificación de animales

Para la identificación de los bloques y el manejo de cada una de sus parcelas resultó práctica la elaboración de un croquis que facilite la identificación y el trabajo a campo, con respecto a los animales, estos también fueron identificados para facilitar manejo de campo en el momento de realizar un cambio de bloque.

Cola corta: mezcla festuca con alfalfa, carga alta (6 animales).

Cola larga: mezcla festuca con alfalfa, carga baja (5 animales).

Media cola: mezcla raigrás con TR, carga alta (5 animales).

Piola: mezcla raigrás con TR, carga baja (4 animales).

Anexo No. 3. Cantidad MS y altura del forraje disponible y remanente

Disponibilidad Kg/ha

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
Disp. Kg/ha	32	0,79	0,73	15,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>Gl.</u>	<u>Cm.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	20760398,07	7	2965771,15	13,25	<0,0001
Pastoreo	12255334,09	1	12255334,09	54,74	<0,0001
BLOQUE	5440104,01	3	1813368,00	8,10	0,000
Mezcla	1911941,24	1	1911941,24	8,54	0,0075
Carga	864579,63	1	864579,63	3,86	0,0611
Mez.*carg.	288439,11	1	288439,11	1,29	0,2676
Error	5373269,65	24	223886,24		
<u>Total</u>	<u>26133667,72</u>	<u>31</u>			

Remanente Kg/ha

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
Rem. Kg/Ha	32	0,35	0,16	24,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>Gl.</u>	<u>Cm.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1680486,08	7	240069,44	1,86	0,1213
Pastoreo	990704,07	1	990704,07	7,68	0,0106
BLOQUE	162340,49	3	54113,50	0,42	0,7406
Mezcla	385112,82	1	385112,82	2,99	0,0969

Carga	84060,25	1	84060,25	0,65	0,4274
Mez.*carg.	58268,45	1	58268,45	0,45	0,5079
Error	3095750,69	24	128989,61		
<u>Total</u>	<u>4776236,76</u>	<u>31</u>			

Anexo No. 4. Forraje desaparecido y % de utilización y altura del disponible y remanente

Desaparecido Kg/ha

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
<u>Des. Kg/Ha</u>	<u>32</u>	<u>0,83</u>	<u>0,78</u>	<u>19,42</u>

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>Gl.</u>	<u>Cm.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	11904164,12	7	1700594,87	16,53	<0,0001
Pastoreo	6277133,12	1	6277133,12	61,03	<0,0001
BLOQUE	4549258,72	3	1516419,57	14,74	<0,0001
Mezcla	580880,31	1	580880,31	5,65	0,0258
Carga	409467,25	1	409467,25	3,98	0,0575
Mez.*carg.	87424,71	1	87424,71	0,85	0,3657
Error	2468387,84	24	102849,49		
<u>Total</u>	<u>14372551,96</u>	<u>31</u>			

% Utilización

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
<u>% Utilización</u>	<u>32</u>	<u>0,45</u>	<u>0,29</u>	<u>19,72</u>

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>Gl.</u>	<u>Cm.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	2045,47	7	292,21	2,84	0,0262
Pastoreo	675,28	1	675,28	6,57	0,0171
BLOQUE	1339,84	3	446,61	4,35	0,0140
Mezcla	0,03	1	0,03	3,04	0,9862
Carga	30,03	1	30,03	0,29	0,5938
Mez.*carg.	0,28	1	0,28	2,73	0,9587
Error	2466,25	24	102,76		
<u>Total</u>	<u>4511,72</u>	<u>31</u>			

Altura disponible

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
<u>Alt. disp.</u>	<u>32</u>	<u>0,70</u>	<u>0,61</u>	<u>14,47</u>

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>Gl.</u>	<u>Cm.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	872,52	7	124,6	57,92	0,0001
Pastoreo	29,90	1	29,90	1,90	0,1810
BLOQUE	472,59	3	157,53	10,00	0,0002
Mezcla	324,17	1	324,17	20,59	0,0001
Carga	37,69	1	37,69	2,39	0,1349
Mez.*carg.	8,17	1	8,17	0,52	0,4783
Error	377,92	24	15,75		
<u>Total</u>	<u>1250,44</u>	<u>31</u>			

Altura remanente

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
Alt. rem.	32	0,70	0,61	18,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>Gl.</u>	<u>Cm.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	370,53	7	52,93	8,05	<0,0001
Pastoreo	158,02	1	158,02	24,04	0,0001
BLOQUE	180,55	3	60,18	9,15	0,0003
Mezcla	22,19	1	22,19	3,38	0,0786
Carga	0,72	1	0,72	0,11	0,7431
Mez.*carg.	9,04	1	9,04	1,38	0,2524
Error	157,79	24	6,57		
<u>Total</u>	<u>528,32</u>	<u>31</u>			

Anexo No. 5. Tasa de crecimiento y crecimiento ajustado

Tasa de crecimiento

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
T. crec.	32	0,79	0,73	23,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>Gl.</u>	<u>Cm.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	10341,07	7	1477,30	13,00	<0,0001
Pastoreo	7997,96	1	7997,96	70,37	<0,0001
BLOQUE	965,58	3	321,86	2,83	0,0597
Mezcla	504,83	1	504,83	4,44	0,0457
Carga	801,00	1	801,00	7,05	0,0139

Mez.*carg.	71,70	1	71,70	0,63	0,4348
Error	2727,92	24	113,66		
<u>Total</u>	<u>13068,99</u>	<u>31</u>			

Crecimiento ajustado

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
Crec. ajus.	32	0,75	0,68	25,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>Gl.</u>	<u>Cm.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	27458382,72	7	3922626,10	10,44	<0,0001
Pastoreo	17232852,78	1	17232852,78	45,87	<0,0001
BLOQUE	6224091,84	3	2074697,28	5,52	0,0050
Mezcla	1584645,03	1	1584645,03	4,22	0,0510
Carga	2203425,28	1	2203425,28	5,87	0,0234
Mez.*carg.	213367,78	1	213367,78	0,57	0,4584
Error	9015793,25	24	375658,05		
<u>Total</u>	<u>36474175,97</u>	<u>31</u>			

Anexo No. 6. Suelo descubierto, composición botánica y restos secos

% Suelo descubierto

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
Suelo desc.	32	0,53	0,40	38,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SV</u>	<u>Gl.</u>	<u>Cm.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	230,72	7	32,96	3,89	0,0057

Pastoreo	38,28	1	38,28	4,52	0,0440
BLOQUE	90,34	3	30,11	3,56	0,0293
Mezcla	69,03	1	69,03	8,15	0,0087
Carga	16,53	1	16,53	1,95	0,1752
Mez.*carg.	16,53	1	16,53	1,95	0,1752
Error	203,25	24	8,47		
<u>Total</u>	<u>433,97</u>	<u>31</u>			

Gramíneas %

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
Gram. %	32	0,69	0,59	81,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>Gl.</u>	<u>Cm.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	138,63	7	19,80	7,50	0,0001
Pastoreo	0,13	1	0,13	0,05	0,8296
BLOQUE	10,75	3	3,58	1,36	0,2797
Mezcla	120,13	1	120,13	45,49	<0,0001
Carga	3,13	1	3,13	1,18	0,2875
Mez.*carg.	4,50	1	4,50	1,70	0,2041
Error	63,38	24	2,64		
<u>Total</u>	<u>202,00</u>	<u>31</u>			

Leguminosas %

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
Leg. %	32	0,73	0,65	51,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>Gl.</u>	<u>Cm.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	11675,72	7	1667,96	9,23	<0,0001
Pastoreo	47,53	1	47,53	0,26	0,6128
BLOQUE	1193,59	3	397,86	2,20	0,1140
Mezcla	10260,28	1	10260,28	56,77	<0,0001
Carga	34,03	1	34,03	0,19	0,6682
Mez.*carg.	140,28	1	140,28	0,78	0,3871
Error	4337,75	24	180,74		
<u>Total</u>	<u>16013,47</u>	<u>31</u>			

Malezas %

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
Malezas %	32	0,71	0,63	22,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>Gl.</u>	<u>Cm.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	11220,72	7	1602,96	8,53	<0,0001
Pastoreo	57,78	1	57,78	0,31	0,5844
BLOQUE	1143,34	3	381,11	2,03	0,1368
Mezcla	9695,28	1	9695,28	51,58	<0,0001
Carga	87,78	1	87,78	0,47	0,5009
Mez.*carg.	236,53	1	236,53	1,26	0,2731
Error	4511,25	24	187,97		
<u>Total</u>	<u>15731,97</u>	<u>31</u>			

Restos secos

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
R. secos	32	0,36	0,17	43,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>Gl.</u>	<u>Cm.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	330,63	7	47,23	1,93	0,1087
Pastoreo	3,13	1	3,13	0,13	0,7240
BLOQUE	109,75	3	36,58	1,49	0,2412
Mezcla	210,13	1	210,13	8,59	0,0073
Carga	4,50	1	4,50	0,18	0,6719
Mez.*carg.	3,13	1	3,13	0,13	0,7240
Error	587,38	24	24,47		
<u>Total</u>	<u>918,00</u>	<u>31</u>			

Análisis de varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj.</u>	<u>CV</u>
Ganancia total	20	0,61	0,51	20,20

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	0,25	4	0,06	5,99	0,0044	
Tratamiento	0,25	3	0,08	7,98	0,0021	
12/02/2019	0,01	1	0,01	0,50	0,4904	2,8E-04
Error	0,16	15	0,01			
<u>Total</u>	<u>0,40</u>	<u>19</u>				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,16269

Error: 0,0103 gl:15

<u>Tratamiento</u>	<u>medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
R2	0,70	5	0,05 A
R1	0,45	4	0,05 B
F2	0,45	6	0,04 B
F1	0,41	5	0,05 B

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