

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DEL GRADO DE INTENSIFICACIÓN DE UNA INTERSIEMBRA DE
SEGUNDO AÑO DE *Lolium multiflorum* Y *Trifolium* SOBRE LA
PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE UNA PRADERA VIEJA**

por

Agustín CARRASCO NÚÑEZ

Valentín DE CASTRO MENA

Ruben DÍAZ FACCINI

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2020

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. María Elena Mailhos

Fecha: 9 de octubre de 2020

Autores: -----

Agustín Carrasco Núñez

Valentín de Castro Mena

Ruben Díaz Faccini

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar deseamos agradecer a nuestras familias por el apoyo incondicional, tanto emocional como económico brindado en el transcurso de esta etapa en nuestras vidas, mediante la cual nos hemos preparado para nuestro futuro como profesionales. Sin ellos esto no hubiese sido posible.

A nuestros compañeros y amigos obtenidos durante estos años de estudio en la Facultad por el compañerismo y la buena voluntad de apoyarnos incluso en nuestras labores de campo para la elaboración de esta tesis.

A nuestro tutor de tesis Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani por el ofrecimiento de este trabajo mediante el cual nos permite alcanzar el título de Ingeniero Agrónomo.

A la Lic. Sully Toledo, por su dedicación y asesoramiento en el formato del trabajo aquí presentado.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
 1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	 1
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
 2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	 3
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA MEZCLA.....	 3
2.1.1. <u>Festuca arundinacea</u>	3
2.1.2. <u>Trifolium repens</u>	5
2.1.3. <u>Lotus corniculatus</u>	6
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA RENOVACIÓN.....	 8
2.2.1. <u>Trifolium pratense</u>	8
2.2.2. <u>Lolium multiflorum</u>	9
2.3. MEZCLAS FORRAJERAS.....	11
2.3.1. <u>Importancia de la mezcla de especies</u>	11
2.3.2. <u>Composición de la mezcla</u>	12
2.3.3. <u>Dinámica de las mezclas</u>	14
2.4. MANEJO DEL PASTOREO.....	15
2.4.1. <u>Aspectos generales</u>	15
2.4.2. <u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	16
2.4.2.1. Intensidad.....	16
2.4.2.2. Frecuencia.....	16
2.4.3 <u>Efectos sobre las especies que componen la mezcla y su producción</u>	 17
2.4.4. <u>Efectos del pastoreo sobre la pastura</u>	19
2.4.4.1. Efectos sobre el rebrote	19
2.4.4.2. Efectos sobre raíces	20
2.4.4.3. Efectos sobre la utilización del forraje.....	21
2.4.4.4. Efectos sobre la morfología y estructura de las plantas.....	 22
2.4.4.5. Efectos sobre la composición botánica.....	23

2.4.4.6. Efectos sobre la persistencia.....	24
2.4.4.7. Efectos sobre la calidad.....	25
2.5. PERSISTENCIA DE LAS PASTURAS.....	26
2.5.1. <u>Factores que inciden en la persistencia de pasturas</u>	27
2.5.1.1. Factores climáticos y edáficos.....	27
2.5.1.2. Importancia de las especies sembradas.....	28
2.5.1.3. Implantación y fecha de siembra.....	30
2.5.1.4. Efecto de la fertilidad.....	31
2.5.1.5. Manejo del pastoreo.....	32
2.5.1.6. Incidencia de las malezas.....	34
2.5.1.7. Incidencia de enfermedades y plagas.....	35
2.5.1.8. Incidencia de la resiembra natural.....	37
2.6. DEGRADACIÓN DE PASTURAS.....	37
2.6.1. <u>Aspectos involucrados en el proceso de degradación</u>	37
2.6.2. <u>Vías finales de degradación de las pasturas</u>	38
2.6.2.1. Evolución hacia el campo natural.....	39
2.6.2.2. Evolución a dominancia de pasturas perennes.....	39
2.6.2.3. Evolución hacia la dominancia de cynodon dactylon	40
2.7. RENOVACIÓN DE PASTURAS	40
2.7.1. <u>Criterios generales a tener en cuenta en la renovación</u>	41
2.7.1.1. Factores asociados a una buena implantación y persistencia de la renovación.....	42
2.7.1.2. Condiciones del ambiente a la siembra.....	42
2.7.2. <u>Renovación por medio de la intersembrado de nuevas especies</u>	43
2.7.3. <u>Importancia de la fertilización</u>	44
2.7.3.1. Importancia de la fertilización fosfatada.....	44
2.7.3.2. Importancia de la fertilización nitrogenada.....	45
2.8. PRODUCCIÓN ANIMAL.....	46
2.8.1. <u>Aspectos generales de la producción animal</u>	46
2.8.2. <u>Relación entre consumo-disponibilidad-altura</u>	46
2.8.3. <u>Relación oferta de forraje-consumo</u>	47
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	50
3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES.....	50
3.1.1. <u>Lugar y período experimental</u>	50
3.1.2. <u>Información meteorológica</u>	50
3.1.3. <u>Descripción del sitio experimental</u>	50
3.1.4. <u>Antecedentes del área experimental</u>	51
3.1.5. <u>Tratamientos</u>	51
3.1.6. <u>Diseño experimental</u>	52
3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	54
3.2.1. <u>Mediciones de las principales variables</u>	54
3.2.1.1. Forraje disponible y remanente.....	54

3.2.1.2. Altura del forraje disponible y remanente.....	55
3.2.1.3. Producción de forraje.....	55
3.2.1.4. Materia seca desaparecida.....	55
3.2.1.5. Porcentaje de utilización.....	55
3.2.1.6. Composición botánica.....	56
3.2.1.7. Peso de los animales.....	56
3.2.1.8. Ganancia de peso media diaria.....	56
3.2.1.9. Oferta de forraje.....	56
3.2.1.10. Producción de peso vivo por hectárea.....	56
3.3 HIPÓTESIS PROPUESTAS.....	57
3.3.1. <u>Hipótesis biológica</u>	57
3.3.2. <u>Hipótesis estadística</u>	57
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	57
3.4.1. <u>Modelo estadístico para la producción vegetal</u>	57
3.4.2. <u>Modelo estadístico para la producción animal</u>	58
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	59
4.1. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.....	59
4.2. COMPOSICIÓN BOTÁNICA.....	62
4.2.1. <u>Composición botánica del disponible</u>	62
4.2.1.1. Invierno.....	62
4.2.1.2. Primavera.....	65
4.2.2. <u>Composición botánica del remanente</u>	68
4.2.2.1. Invierno.....	68
4.2.2.2. Primavera.....	69
4.3. PRODUCCIÓN DE FORRAJE.....	71
4.3.1. <u>Cantidad y altura del disponible</u>	71
4.3.1.1. Invierno.....	71
4.3.1.2. Primavera.....	74
4.3.2. <u>Cantidad y altura del remanente</u>	76
4.3.2.1. Invierno.....	77
4.3.2.2. Primavera.....	78
4.4. FORRAJE DESAPARECIDO.....	78
4.5. CRECIMIENTO DE FORRAJE.....	80
4.6. PRODUCCIÓN ANIMAL.....	81
4.6.1. <u>Invierno</u>	82
4.6.2. <u>Primavera</u>	83
4.6.3. <u>Invierno-primavera</u>	84
5. <u>CONCLUSIONES</u>	87
6. <u>RESUMEN</u>	88
7. <u>SUMMARY</u>	89
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	90

9. <u>ANEXOS</u>	101
------------------------	-----

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Porcentaje de cobertura promedio del raigrás en invierno	64
2. Porcentaje de cobertura promedio del trébol rojo en primavera.....	67
3. Forraje disponible y altura promedio para el período invernal.....	71
4. Disponibilidad de raigrás para el período invernal....	73
5. Disponibilidad de trébol rojo para el período invernal.....	73
6. Forraje disponible y altura promedio para el período primaveral.....	74
7. Disponibilidad de raigrás para el período primaveral.....	75
8. Disponibilidad de trébol rojo para el período primaveral.....	76
9. Forraje remanente, altura promedio y asignación de forraje para el período invernal.....	77
10. Forraje remanente, altura promedio y asignación de forraje para el período primaveral.....	78
11. Resultados del forraje desaparecido.....	79
12. Crecimiento total acumulado.....	80
13. Ganancia media diaria para el período invernal.....	82

14. Ganancia media diaria para el período primaveral.....	83
15. Ganancia media diaria y producción de PV por hectárea para el total del período evaluado.....	84

Figura No.

1. Esquema del Potrero No. 34.....	53
2. Registro de las precipitaciones acumuladas mensuales, comparadas con el registro histórico.....	59
3. Registro mensual de las temperaturas comparadas con el registro histórico.....	61
4. Composición botánica del disponible promedio por tratamiento para el período invernal.....	63
5. Composición botánica del disponible promedio por tratamiento para el período primaveral	66
6. Composición botánica del remanente promedio por tratamiento para el período invernal.....	68
7. Composición botánica del remanente promedio por tratamiento para el período primaveral.....	70

1. INTRODUCCIÓN

El Uruguay presenta una importante área ocupada por pasturas naturales las cuales son el sustento nutritivo para la ganadería extensiva, lo que otorga ventajas comparativas frente a distintos competidores a nivel mundial en la producción de carne. Si bien son muchos los factores que inciden en las características productivas de las pasturas naturales, según Carámbula (1991), el problema forrajero en la región es la variabilidad de la producción a lo largo del año y entre años, lo cual conlleva a deficiencias o desperdicios de forraje afectando la cantidad y calidad del mismo. Además cuando el sustento nutritivo de la ganadería está explicado únicamente por el campo natural manejado de forma extensiva, la productividad de carne en kg/ha es baja.

Debido a estos condicionamientos una de las alternativas es la siembra de praderas mezclas, como forma de levantar las restricciones que presenta el campo natural para la producción ganadera, intentando suplir las deficiencias que éste presenta en cuanto a calidad, cantidad y distribución de forraje. Numerosos factores afectan con mayor o menor incidencia la persistencia de las pasturas sembradas, como aspecto negativo presentan problemas de implantación, inadecuado equilibrio entre gramíneas y leguminosas, incorrecto manejo del pastoreo, deficiencias nutricionales por falta de fertilización, lo cual provoca la colonización de especies nativas no deseadas en la pastura ya que presentan ventajas, determinando una reducción de la producción y calidad de la misma.

La disminución en la producción a partir del segundo año de vida y la baja persistencia de las mezclas forrajeras en el Uruguay, trae como consecuencia una ineficiencia productiva que se traduce en pérdidas económicas, ya que el costo de implantación de las mismas es elevado y por lo tanto se deben buscar alternativas tecnológicas que permitan mejorar esta limitante. Una de las estrategias para enfrentar esta problemática es mantener vigorosas y productivas las especies dentro de la mezcla mediante un adecuado manejo del pastoreo y la re-fertilización anual, siempre que el estado de la misma justifique la aplicación. En caso que el deterioro de la pastura sea considerable surge como complementación la interseembra de especies que permitan prolongar la vida útil de la misma, buscando obtener mejores resultados económicos en el sistema.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluación del efecto de la incorporación de raigrás y trébol rojo con diferentes estrategias de fertilización, sobre la producción de forraje, composición botánica y producción de carne sobre una pradera vieja.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Mediante el análisis de las distintas variables evaluadas se busca cumplir con los objetivos específicos del trabajo, los cuales se detallan a continuación:

- Evaluar la producción de forraje por unidad de superficie (kg MS/ha).
- Evaluar la proporción de especies en la mezcla a través de la composición botánica.
- Evaluar la performance animal, en términos de producción individual (kg PV/animal) y por unidad de superficie (kg PV/ha), para los diferentes tratamientos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA MEZCLA

2.1.1 *Festuca arundinacea*

La festuca es una gramínea con hábito de vida perenne, ciclo de producción invernal y hábito de crecimiento cespitoso a rizomatoso (rizomas cortos). Se adapta a un amplio rango de suelos, con un desempeño destacado en suelos medios a pesados, a su vez admite suelos ácidos y alcalinos (Carámbula, 2007a). Presenta buen crecimiento en suelos húmedos y no se afecta demasiado por la ocurrencia de heladas (García, 2003).

Presenta un lento establecimiento confiriéndole cierta vulnerabilidad a la competencia ejercida por malezas y otras especies de mayor crecimiento inicial, esto determina que en el primer año, se obtengan por lo general bajas producciones de materia seca (Langer, 1981). Según Carámbula (2002a) el lento establecimiento de la festuca se debe o podría deberse a una baja tasa de movilización de las reservas en la semilla, ocasionando un lento crecimiento de la raíz. Esta lenta implantación es mejorable si se siembra en líneas (García, 2003).

La gramínea presenta crecimiento durante todo el año, reduciendo el ingreso de gramíneas y malezas estivales durante el verano (García, 2003). Presenta buena precocidad otoñal, rápido rebrote a fines de invierno y floración temprana entre septiembre y octubre (Carámbula, 2002a). Presenta excelente crecimiento primaveral y calidad siempre que se evite la excesiva encañazón. Se beneficia con pastoreo rotativo e intenso siempre y cuando se permitan descansos para la acumulación de reservas y se eviten defoliaciones intensas en el período estival para no afectar su persistencia. En uso exclusivo para pastoreo se recomienda evitar el encañado debido a que perjudica al macollaje y la formación de raíces, lo que perjudica a la planta y por ende a la pastura en su conjunto (García, 2003). Según Carámbula (2007a) mediante pastoreos relativamente frecuentes e intensos se permite aprovechar el forraje con una buena digestibilidad y apetecibilidad, evitando el encañado y endurecimiento de la pastura.

La festuca no presenta buena resiembra natural, lo cual determina que se deba tener especial cuidado de su población inicial, especialmente durante el primer verano ya que no presenta reposo estival. Esto determina la suma importancia de promover un buen desarrollo radicular previo al período de estrés hídrico (Carámbula, 2007a), lo cual se logra evitando pastoreos intensos

a su vez ofreciendo adecuados períodos de descanso (López et al., citados por Carámbula, 2007a).

Debido a su alta producción y buen rebrote, la especie requiere de niveles de fertilidad altos, especialmente nitrógeno para así poder aprovechar su potencial genético. Cuando el suministro de nitrógeno es insuficiente se observa un color amarillento de la planta así como una menor digestibilidad y palatabilidad por parte de los animales. Es debido a esto, que se recomienda su siembra asociada con leguminosas o en su defecto realizar fertilizaciones nitrogenadas (Langer, 1981).

La festuca produce naturalmente un hongo endófito (*Neotyphodium coenophialum*), el cual ocasiona la producción de alcaloides dentro de la planta. Uno de éstos le ocasionan ventajas de adaptación (peramina y lolina), mayor tolerancia a la sequía, insectos y nematodos, aumenta el macollaje, mejora la persistencia y el rendimiento potencial; otros son nocivos para los animales causantes del problema de la festucosis (ergovalina y lolitren B). El hongo por su parte obtiene nutrientes, protección y una vía de diseminación (Ayala et al., 2010).

Los cultivares de festuca se clasifican en dos grandes tipos: continentales y mediterráneos. Los primeros presentan crecimiento en todas las estaciones del año, son de hoja más ancha y hábito de crecimiento intermedio. Los tipos mediterráneos tienen buen potencial de crecimiento invernal y latencia estival, hoja más fina y crecimiento erecto (INIA, 2010).

El cultivar utilizado fue Tacuabé, el cual es de tipo continental de floración temprana (mediados de septiembre), rústico y versátil, que se asocia bien con todas las leguminosas, de probada adaptación al país, y si bien puede producir forraje todo el año tiene un pico de producción en septiembre y otro menor en otoño (Ayala et al., 2017).

Tacuabé que es una variedad sintética creada en La Estanzuela para mejorar las tres deficiencias agronómicas importantes que presentaba Kentucky 31, el cual en ese momento era el material más sembrado en el país. Estas tres deficiencias eran: el potencial de producción de forraje otoño-invernal, la persistencia productiva y la fuerza de competencia respecto a trébol blanco (Formoso, 2010). Fue el primer cultivar de festuca mejorado en el Uruguay, siendo su liberación comercial a mediados de los 70, representando un salto cualitativo por su marcada superioridad sobre el cultivar K31 (Ayala et al., 2010).

2.1.2 Trifolium repens

Trifolium repens es una leguminosa perenne invernal, aunque puede comportarse como anual, bienal o de vida corta, dependiendo de las condiciones del verano (Carámbula, 2002a).

El trébol blanco es la leguminosa más utilizada en zonas donde las temperaturas del verano son moderadas y donde la falta de humedad del suelo no es tan limitante. Se adapta mejor a suelos medianos a pesados, fértiles y húmedos. Requiere y responde a niveles crecientes de fósforo y tiene gran potencial de fijación de nitrógeno (Carámbula, 2002a).

El establecimiento de trébol es más lento que el de las gramíneas que pueden acompañarla en la pradera. La principal competencia se da con raigrás sobre todo si el suelo es fértil. En cambio, si se lo mezcla con festuca o dactylis la competencia es menor dado que también son de establecimiento más lento (Muslera y Ratera, 1984).

La presencia del trébol blanco en las pasturas de la región es sumamente valiosa aun cuando debido a condiciones de sequía, la población de estolones es seriamente reducida. En estos casos la densidad de esta especie debe ser alcanzada por reclutamiento de nuevas plantas para lo que se deberá prever siempre la presencia de un banco importante de semillas en el suelo (Carámbula, 2002a).

Esta especie posee la capacidad de persistir tanto vegetativamente como por semillas duras, dualidad especialmente valiosa para ocupar nichos vacíos en las pasturas (Carámbula, 2002a).

Se adapta bien a sistemas de pastoreos intensos, pero se ve afectado por manejos severos y exagerados; lo adecuado es manejarlo de forma que permita a la especie mantener plantas vigorosas con alta longitud y diámetro de estolones, mayor peso individual de las hojas y mayor proporción de hojas cosechables (Carámbula, 2002a).

Entre los caracteres que hacen del trébol blanco una de las especies más importantes para utilizar en la pastura, lo son su elevado valor nutritivo y su habilidad para fijar cantidades muy apreciables de nitrógeno. Sin embargo, los riesgos por meteorismo en la época de crecimiento primaveral son elevados (Carámbula, 2002a).

La forma más satisfactoria de clasificar al trébol blanco es teniendo en cuenta el tamaño de sus hojas; cultivares de hoja pequeña de tipos salvajes que son muy postrados de estolones largos, hojas y flores pequeñas, ciclo corto y bajos rendimientos, los de hoja de tamaño intermedio poseen características

intermedias entre los grupos extremos y los cultivares de hojas grandes son tréboles de tipo ladino, de porte más alto presentando estolones gruesos, hojas y flores grandes (Carámbula, 2002a).

El uso de trébol blanco en el Uruguay ha estado basado en su mayor parte en un mismo tipo de material, cuyo prototipo es el cultivar Zapicán. Este cultivar fue utilizado en este experimento el cual posee un buen crecimiento invernal, es de hoja media a grande y de floración temprana, con una persistencia productiva promedio de 3 años (García, 1995c). Dicho cultivar registró producciones en su segundo año de vida en torno a 8400 kg MS/ha, promedio de siembras de 2009 y 2010, superando a todos los cultivares evaluados en el período 2011 (INASE, 2012).

Es muy versátil y ha demostrado buena adaptación tanto en praderas convencionales como en mejoramientos extensivos. Sus cualidades más destacadas son su rápido establecimiento y excelente producción invernal. Tiene abundante semillazón que asegura un banco de semillas adecuado para los años de buena resiembra (INIA, 2010).

2.1.3 *Lotus corniculatus*

Es una leguminosa perenne estival con crecimiento a partir de corona, de la que se desarrollan tallos erectos a decumbentes dependiendo del cultivar, presenta un sistema radicular pivotante con buena exploración en profundidad y ramificaciones laterales, lo que le permite un excelente comportamiento frente a condiciones de déficit hídrico (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Presenta buena plasticidad frente a distintos tipos de suelos, lo que le otorga ventajas en la elección para las mezclas forrajeras por encima de otras leguminosas, pudiendo desarrollarse en texturas livianas a pesadas, suelos moderadamente ácidos a alcalinos, secos a moderadamente húmedos, demandando menores niveles de fósforos (Carámbula, 2002a).

Como debilidades de la especie, se menciona susceptibilidad de la misma frente a enfermedades de raíz y corona, si bien es una especie que se adapta a un amplio rango de tipos de suelos, los que presentan excesos de humedad predisponen el desarrollo de patógenos, que provocan las enfermedades mencionadas, lo que compromete la persistencia de la especie en la pastura (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Posee un alto valor nutritivo y no produce meteorismo, lo que otorga la posibilidad de realizar cultivos puros, aunque se destaca por su buena

adaptación a la siembra en mezclas con gramíneas y por lo tanto es utilizada para pasturas de larga vida (Carámbula, 2002a).

Una de las características morfológicas de la especie es el crecimiento erecto de los tallos, esto determina que al momento del pastoreo se produce el retiro de folíolos y meristemas axilares, sumado a esto, las hojas más nuevas se encuentran en la parte superior del canopeo por lo tanto el área foliar remanente para el rebrote es escaso y de baja capacidad fotosintética. Debido a esto, es esencial realizar un correcto manejo del pastoreo, ajustado a la estación del año que permita la acumulación de energía suficiente para el rebrote de la pastura (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Formoso, citado por Zanoniani y Ducamp (2004), destaca la importancia del manejo poco frecuente con alturas de ingreso no menores a los 20 cm en primavera-verano, lo cual es determinante en la longevidad y productividad de la pastura, ya que manejos frecuentes e intensos a lo largo del año provocan en primera instancia pérdida de meristemas refoliadores y sumado a esto condiciones desfavorables de crecimiento como se dan en estaciones estivales y traen como consecuencia que se sobrepase el límite de plasticidad de la especie conduciendo a la mortandad de plantas.

La clasificación de los cultivares de esta especie se divide en tipo empire y tipo europeo, siendo este último el más utilizado a nivel nacional. Los cultivares tipo europeos se caracterizan por no presentar latencia invernal registrando crecimiento en invierno cuando no se producen condiciones de fríos extremos (Ayala et al., 2010).

El cultivar utilizado es INIA San Gabriel mayormente difundido a nivel nacional, es de tipo europeo, presenta excelente implantación en siembras tempranas de marzo y abril, esto determina que se llegue con adecuados volúmenes de forraje a la primavera, plantas vigorosas con un buen desarrollo radicular que le permiten hacer frente a las condiciones desfavorables para el crecimiento en verano. Presenta una excelente adaptación al pastoreo, plasticidad a distintas condiciones ambientales y ambientes edáficos con bajos niveles de fósforo. El pico de producción se da a fines de invierno superando a los demás cultivares registrados en el país, no presenta problemas de enfermedades y plagas específicas, pero es susceptible a podredumbre de raíz y corona que es determinante en la persistencia en la especie (INIA, 2010).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA RENOVACIÓN

2.2.1 Trifolium pratense

El trébol rojo es una leguminosa bianual que se puede comportar como trianual o perenne. Adaptada a suelos moderadamente fértiles de texturas medias a pesadas, pero con buen drenaje. Tolerancia además, suelos con pH más bajos que *Medicago sativa* (aunque es menos tolerante que *Trifolium repens*), y es poco productiva en suelos arenosos o livianos (Carámbula, 2002a).

Dentro de las leguminosas se destaca por su rápido establecimiento y buen vigor inicial, una excelente implantación cuando las siembras se realizan en otoño temprano (marzo-abril). Esta especie ha demostrado tener una buena implantación tanto en siembras convencionales como en siembra directa, y admite una mayor amplitud de fechas de siembra que se puede extender hasta agosto inclusive (Ayala et al., 2010).

Presenta entre otras ventajas, alta capacidad de fijar nitrógeno, ofrecer forraje de forma temprana, alto valor nutritivo y muy apropiado para siembras asociadas, debido a su gran tolerancia al sombreado (Carámbula, 2002a).

Se trata de una especie de excelente comportamiento productivo, ofreciéndose como muy importante en sistemas intensivos de producción, donde resulta ser preferida para constituir mezclas forrajeras tanto con gramíneas anuales como con perennes (Carámbula, 2002a).

En cuanto a sus debilidades se podría destacar la problemática que tiene con el pastoreo excesivo debido a su corona superficial, alta susceptibilidad de enfermedades de corona y raíz, alto riesgo de meteorismo y no se resiembra naturalmente (Carámbula, 2002a).

Desde el punto de vista agronómico esta especie puede ser agrupada en tres tipos según el momento de floración. Los de floración temprana, se distinguen básicamente por su época de floración y por su crecimiento temprano en primavera; se adaptan mejor a pasturas de vida corta y requiere suelos de alta fertilidad. Floración intermedia, los cultivares pertenecientes a este tipo florecen hasta aproximadamente dos semanas después que los anteriores, son más tardíos en su producción primaveral, generalmente más persistentes; como debilidad presentan escaso rebrote posterior al corte para producción de heno. Por último en los de floración tardía 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 utiliza en praderas de vida mediana a larga. Presentan buenos rebrotes luego de un corte para conservar (Carámbula, 2002a).

Su producción de materia seca en dos años puede alcanzar las 17 tt/ha/año teniendo una distribución de 10%, 15%, 50%, 25% en otoño, invierno, primavera y verano respectivamente (Carámbula, 2002a).

El cultivar utilizado en el experimento es E.116 que se encuentra dentro del grupo de floración temprana (Carámbula, 2002a).

Se trata de un cultivar con una destacada precocidad y alta producción invernada y total, característica que lo diferencia de los cultivares con latencia (Ayala et al., 2010).

Este cultivar no sobrevive luego de la primavera del segundo año, consecuencia de la alta susceptibilidad al ataque de patógenos, siendo la principal causa de muerte, la podredumbre de raíz. Es por esto, que la producción en el tercer año tiene comportamiento errático, traduciéndose la baja persistencia en un fenómeno que contrarresta la consistente oferta de forraje durante los dos primeros años (García, 1992).

2.2.2 *Lolium multiflorum*

Lolium multiflorum es una gramínea con hábito de vida anual, ciclo de producción invernada y hábito de crecimiento cespitoso, presenta un buen desarrollo radicular así como una muy buena producción y calidad, lo que lo convierte en una de las gramíneas más sembradas en los sistemas pastoriles. A su vez presenta una gran adaptación a distintos tipos de suelos, desde suelos bien drenados, pero también tolerando suelos muy húmedos, se desarrolla desde suelos francos a pesados, aunque crece bien en suelos arenosos con adecuada fertilidad (Carámbula, 2002a).

Teniendo un adecuado manejo y fertilización se alcanzan digestibilidades del orden de 70 a 80%, presenta una excelente semillazón la cual le permite colonizar cuando las condiciones climáticas son las adecuadas, durante el otoño del siguiente año (Waite, citado por Carámbula, 2002a).

Esta especie presenta excelente aptitud para proporcionar abundante cantidad de materia seca en períodos de bajo aporte de las pasturas naturales. Sin embargo, según García Favre (2017) no se recomienda la mezcla con especies del tipo perennes, ya que su gran vigor inicial y capacidad de competencia, provoca un efecto negativo en la implantación de aquellas con

menor vigor inicial, reduciendo sensiblemente el stand de plantas. Esto determina que la persistencia de la pastura se vea reducida debido a la colonización de malezas estivales luego de que el raigrás completa su ciclo, dejando nichos aprovechables por dichas malezas. Sin embargo tiene excelentes condiciones para su siembra con otras especies anuales invernales, determinando un ciclo de entrega del forraje más largo y uniforme que las siembras puras (Carámbula, 2002a).

La recomendación en cuanto a densidad de siembra varía entre 20 a 30 kg/ha, de 10 a 15 kg/ha en mezcla con avena y centeno. En cuanto al manejo del pastoreo se recomienda pastoreo rotativo con un ingreso de los animales cuando la pastura alcanza los 18-20 cm de altura y retirarlos cuando la misma presenta 5 cm de remanente. Presenta buena resistencia al pisoteo, así como el diente animal (Waite, citado por Carámbula, 2002a). Para obtener una producción adecuada de forraje la siembra debe realizarse temprana en otoño (fines de marzo), determinando un ingreso a pastorear a los 60 días pos siembra (Perrachón, 2009). A su vez debido a la gran respuesta a la fertilización nitrogenada en kg de materia seca por kg de nitrógeno aplicado, se recomienda la fertilización con dicho nutriente luego de cada pastoreo, para así obtener producciones superiores.

Según INIA (2010), los cultivares comerciales de esta especie se agrupan en dos tipos productivos:

- 1) Raigrás anual tipo *westerwoldicum* (*L. multiflorum* var. *westerwoldicum*), el cual no presenta requerimientos de frío para florecer y completar su ciclo, lo cual determina que independientemente de la época de siembra, la mayoría de sus macollos completan su ciclo antes del verano y mueren, es estrictamente anual.

- 2) Raigrás anual tipo *multiflorum* o italiano (*L. multiflorum* ssp. *italicum*), el cual presenta requerimientos de frío, por ende aquellos macollos que se forman a fines de invierno no acumulan suficientes horas de frío por lo que en primavera no florecen y continúan en estado vegetativo hasta el siguiente año, siempre y cuando el verano sea benigno y el manejo no perjudique su permanencia.

El cultivar utilizado fue Winter Star 3, el cual pertenece al grupo de los raigrases anuales del tipo *westerwoldicum* (*L. multiflorum* var. *Westerwoldicum*). Presenta hábito de crecimiento intermedio a semi-erecto. Se destaca principalmente por su alta producción en otoño-invierno. Es un cultivar tetraploide con un ciclo intermedio ubicando su fecha de floración próxima al 16 de octubre. Presenta alta capacidad de macollaje, lo que le permite tener buenos rebrotes luego del pastoreo, y se destaca también por su excelente sanidad foliar (Maranges et al., 2018).

2.3 MEZCLAS FORRAJERAS

Una mezcla forrajera es una población artificial conformada por varias especies que presentan diferentes características morfológicas y fisiológicas.

En la asociación donde conviven las distintas especies se producen interacciones entre las mismas, donde se pueden diferenciar interferencias competitivas y no competitivas de acuerdo a las condiciones que demanda cada una de estas para su óptimo crecimiento, además de las características que presentan. Es de suma importancia tener conocimiento de los aspectos mencionados anteriormente para que la mezcla sea eficiente para el sistema productivo (Carámbula, 2002a).

Según el ciclo productivo y el número de especies que conforman las mezclas, éstas se clasifican en ultra simple, simple y compleja. La primera está compuesta por una gramínea y una leguminosa de igual ciclo productivo, la segunda además de la ultra simple incluye una gramínea o una leguminosa de ciclo productivo complementario y en el caso de la compleja, la misma está conformada por varias gramíneas y leguminosas, las cuales pueden ser de similar o ciclos productivos complementarios (Carámbula, 2002a).

El objetivo de una mezcla forrajera es combinar especies de gramíneas y leguminosas para lograr un adecuado aprovechamiento de los recursos, traducirlos en máxima producción de forraje por unidad de superficie de alto valor nutritivo, con una correcta distribución anual y que perdure a lo largo de los años. Debido a las variaciones estacionales de las condiciones climáticas presentes en Uruguay, se atribuyen ciertas limitaciones para lograr los objetivos buscados (Carámbula y Santiñaque, 1981).

2.3.1 Importancia de la mezcla de especies

Se debe buscar la correcta interacción entre los componentes de la mezcla, que logre captar de manera eficiente los recursos, combinando gramíneas de alto potencial de rendimiento y leguminosas con alta capacidad nitrificadora (Carámbula, 2002a).

Las especies presentan distintos requerimientos para un óptimo crecimiento, es así que en las mezclas forrajeras existe compensación frente a variaciones climatológicas, distintas condiciones edafológicas y de manejo, obteniendo como resultado, una producción más homogénea en el transcurso del año, mantenimiento de la productividad en el tiempo y flexibilidad en la

utilización, en comparación a una pastura conformada por una sola especie (Blaser et al., 1952).

En términos de producción de forraje existe una gran controversia entre distintos autores. Según Donald, Woodford, citados por Carámbula (2002a) no se registran evidencias que las mezclas presenten ventajas para obtener mayores producciones que los cultivos puros. Por otro lado se afirma que la complementariedad de las mezclas determina una mejor utilización de los recursos disponibles, lo que se traduce en mayores rendimientos (Jones et al., Rhodes, Harris y Lazenby, citados por Carámbula, 2002a). Un tercer grupo concluye que para que una mezcla ultra simple presente mayores rendimientos que los dos componentes por separados, deben tener diferentes ciclos, donde se reduce la competencia entre los componentes de la mezcla (Van der Bergh, citado por Carámbula, 2002a). Carámbula (2002a) señala que la elección de las especies componentes de la mezcla no solo interesa para obtener los máximos rendimientos, sino que el objetivo es lograr pasturas productivas, persistentes y de buena calidad, dejando como evidencia, la suma importancia de la utilización de este tipo de pasturas para cumplir con las demandas de los sistemas productivos.

El número de especies que componen la mezcla, es determinante en la dificultad del manejo de la pastura para el mantenimiento de las mismas, es así que a mayor número se hace más complicado conservar el balance deseado de sus componentes. Las distintas necesidades de manejo, indirectamente favorecen determinadas especies en deterioro de otras, por lo tanto el período productivo estará dado por las especies que dominan la mezcla desvirtuándose el objetivo de producción de forraje durante un período extendido del año (Carámbula, 2002a).

2.3.2 Composición de la mezcla

La elección de la mezcla a ser utilizada debe contemplar las necesidades del sistema productivo, como también las condiciones en la que será implantada para alcanzar de forma racional una producción de forraje uniforme a lo largo del año y extendida en el tiempo (Carámbula, 2002a).

En las mezclas que comprenden gramíneas y leguminosas, las especies pueden compensar su crecimiento frente a diferentes factores climáticos, edáficos y de manejo, de esta manera se mantienen rendimientos homogéneos en ciertas épocas del año, además se alarga el período de productividad de la pastura otorgando una mayor flexibilidad en su utilización (Blaser et al., 1952).

Según Carámbula (2002a) una mezcla se encuentra balanceada cuando presenta un 60-70 % de gramíneas y 20-30 % de leguminosas, en estas proporciones ambas se complementan de manera productiva y rentable, dejando como resultado una pastura ideal para la alimentación del ganado desde el punto de vista nutricional y económico.

La integración de las familias en estas proporciones surge de las distintas características presentes en cada una de ellas. En general las gramíneas presentan mayor adaptación frente a distintas condiciones, lo que otorga productividad sostenida por muchos años, adaptación a gran variedad de suelos, facilidad de mantenimiento de adecuadas poblaciones, explotación del nitrógeno simbiótico, buena estabilidad en la pastura (en especial si son especies perennes), baja sensibilidad a la defoliación, baja susceptibilidad a plagas y enfermedades, y competitivas frente a la invasión de malezas. Las leguminosas por su parte realizan fijación biológica de nitrógeno, siendo proveedoras de nitrógeno al sistema, presentan un alto valor nutritivo para la dieta animal y promueven la fertilidad en suelos naturalmente pobres y degradados por mal manejo (Carámbula, 2002a).

La siembra de gramíneas puras que no son fertilizadas con nitrógeno presentan importantes limitantes a partir del segundo año (Bertin y Scheneiter, citados por Carámbula, 2002a). En el caso de siembra de leguminosas puras, con la incorporación de una gramínea se puede obtener un incremento del 10-20 % de forraje ofrecido por la leguminosa pura (Carámbula, 2002a).

En la medida que aumenta el número de especies que integra una mezcla, la producción individual de cada especie disminuye, sin embargo la suma de los aportes de cada una, incrementa sustancialmente la producción total de la misma (Formoso, 2010). Según Langer (1981), al lograr un adecuado número de especies que componen la mezcla se disminuye la competencia interespecífica permitiendo alcanzar así el potencial de crecimiento individual con mayor facilidad y se simplifica el manejo de la misma.

El uso de mezclas ultra simples o simples, permite combinar especies que reúnen características similares y bien adaptadas al ambiente de crecimiento, contemplando sus tasas de crecimiento, que presentan sus integrantes en las distintas épocas del año; con un correcto ajuste del pastoreo se logra un máximo aprovechamiento del forraje. Este tipo de mezcla puede presentar cierta vulnerabilidad por una incompleta explotación del ambiente o desaparición de alguno de sus componentes, que se traduce en déficit productivo en determinada época del año, lo que promueve la invasión de especies menos productivas no deseadas en la pastura (Carámbula, 2002a).

La utilización de mezclas complejas se justifica frente a determinadas condiciones, con la precaución de no incluir especies que presenten necesidades de manejos opuestos. En este tipo de mezcla, la dificultad radica en mantener un establecimiento homogéneo, y posteriormente un correcto balance, entre los componentes de la misma, en caso de superar esta limitante se obtiene una mezcla de gran productividad, plasticidad y alto valor nutritivo (Carámbula, 2002a).

2.3.3 Dinámica de las mezclas

La evolución de los componentes de una pastura compuesta por gramíneas y leguminosas presenta cierta tendencia. En el primer y segundo año existe predominio de las leguminosas, mientras que a medida que se da un envejecimiento de la pastura, si las gramíneas tuvieron una correcta implantación comienzan a predominar. Según Carámbula (2002a) el dominio de las leguminosas en los primeros años se debe a que las pasturas generalmente son implantadas sobre suelos pobres y degradados, con fertilizaciones fosfatadas sin nitrógeno lo que determina ventaja en el crecimiento inicial para las mismas.

Si bien esta superioridad de las leguminosas tiene aspectos positivos, la baja longevidad de estas en la pastura por problemas asociados a enfermedades y pérdida de plantas por un manejo inadecuado en la época estival, determinan que los espacios libres resultado de esta problemática sean colonizados por malezas, lo que se traduce en pasturas menos productivas y de baja persistencia. Promover el uso de gramíneas perennes en la pastura resulta sumamente favorable, ya que a medida que se generan espacios van siendo ocupados por las mismas reduciendo los riesgos de enmalezamiento y erosión (Carámbula, 2002a).

En muchas ocasiones el inconveniente de pérdida de leguminosas en la mezcla, se compensa con la incorporación de especies mediante la resiembra lo que prolonga la persistencia de la pastura (Carámbula, 2002a).

Un incorrecto balance entre las especies determina situaciones limitantes en el sistema productivo, cuando ocurre un incremento de las gramíneas en detrimento de las leguminosas se produce una disminución de la producción animal, y en el caso de un aumento de estas últimas se da lo contrario en cuanto a la producción animal, pero se corren serios riesgos de meteorismo. Por lo tanto al momento de formular una mezcla se debe tener en cuenta: la adaptación edáfica de la especie, la zona geográfica donde se va

sembrar, el destino del recurso, la duración de la pradera y momento de aprovechamiento, y el sistema de producción en el cual se está (Correa, 2003).

2.4 MANEJO DEL PASTOREO

2.4.1 Aspectos generales

Un buen manejo del pastoreo tiene dos objetivos principales. El primero consiste en producir una máxima cantidad de forraje con la mejor calidad posible, el segundo objetivo es asegurar que la mayor cantidad de alimento producido sea consumido por el animal en pastoreo (Smetham, 1981).

A esto, Smetham (1981) agrega que un buen manejo implica la combinación exitosa de dos sistemas biológicos (animales y plantas) muy diferentes, pero interdependientes, de manera tal de obtener el mejor uso del forraje producido sin afectar a la producción de la pastura.

La interrelación entre el rumiante en pastoreo y la pastura es un proceso dinámico de doble vía. Por un lado, los aspectos físico - químicos y morfológicos de las pasturas influyen 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 procesos está la base del manejo de los sistemas pastoriles (Lucas, citado por Agustoni et al., 2008).

Un buen manejo no implica que la aplicación de las técnicas sean siempre las mismas para todas las especies y a lo largo de todo el año. Por el contrario, es determinante que las pasturas se manejen de acuerdo con las características de las especies que las constituyen, con las variaciones climáticas y con los cambios morfofisiológicos que se producen en las plantas a lo largo de su ciclo (Carámbula, 2010c).

En otras palabras, el manejo del pastoreo debe ser dirigido a mantener las condiciones ideales para que la pastura produzca el máximo de forraje con el mínimo de pérdidas de recursos naturales, favoreciendo también el mejor comportamiento animal (Carámbula, 2004).

2.4.2 Parámetros que definen el pastoreo

2.4.2.1 Intensidad

La intensidad de cosecha refiere al rendimiento de cada corte o pastoreo. El mismo está determinado por el área foliar remanente al retirar los animales. Esto afecta el rendimiento de cada defoliación, condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total de la pastura. Es importante que el remanente que se deje sea fotosintéticamente eficiente. De esta forma, mayor intensidad, tiene una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado, pero negativa en la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 2004).

En todos los casos es muy importante que el rastrojo que se deje sea realmente eficiente. Para que esto suceda debe estar formado por hojas nuevas, con porcentajes mínimos de mortandad, lo que compensa temporariamente eventuales IAF bajos (Carámbula, 2004).

Cada especie posee una altura mínima a la cual puede dejarse el rastrojo sin que el crecimiento posterior sea afectado desfavorablemente. Las especies postradas admiten ser pastoreadas en promedio hasta los 2,5 cm y las erectas entre 5 y 7,5 cm aunque estas últimas puedan adaptar parcialmente su crecimiento hacia arquitecturas más rastreras como respuesta a un manejo. Para evitar daños irreparables se debe respetar la recomendación tanto para las especies erectas y postradas (Carámbula, 2004).

Matches (1966), trabajando con *Festuca arundinacea*, observó un incremento de la proporción de macollos intactos, mayor producción de forraje después de la defoliación a medida que se incrementaba la altura del rastrojo remanente de 2,5 cm a 10 cm. Con cortes cada 10 días y con remanente de 2,5 cm observó un porcentaje de 0% de macollos intactos y muerte de todas las plantas 32 días después del comienzo de dicho tratamiento.

2.4.2.2 Frecuencia

La frecuencia es el intervalo de tiempo entre dos pastoreos, si bien cada especie posee un período de crecimiento limitado, cuanto mayor es la frecuencia de utilización, menor es el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos y por lo tanto más baja será la producción de forraje de cada uno de ellos (Carámbula, 2004).

Según Smetham (1981), la mayor producción total se obtiene mediante empleo de intervalos moderadamente largos entre períodos de pastoreo, que mediante el uso de períodos de descanso cortos, pero períodos de pastoreo frecuentes resultan en una producción igualmente elevada si se deja un área foliar remanente adecuada después del pastoreo.

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

La disminución productiva en relación al aumento de la frecuencia de defoliación varía con las especies que componen la pastura (Formoso, 1996).

A esto Carámbula (2004) agrega que, si bien la frecuencia de defoliación depende de cada especie o de la composición de la pastura y de la época del año en que se realice, el elemento que determinará la longitud del período de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar el IAF óptimo.

Ante problemas para determinar el IAF óptimo en la práctica y los inconvenientes de llegar al mismo bajo pastoreo, es posible que con alturas de 25 cm se logre un buen aprovechamiento del forraje producido (Carámbula, 2004).

La respuesta de las plantas al aumento en la frecuencia de los cortes se refleja, en primera instancia, en plantas de menor tamaño de entrenudos y consecuentemente de hábito más postrado (Formoso, 1996).

En los tratamientos de defoliación poco frecuente las especies erectas como las gramíneas son capaces de crecer en altura y por lo tanto sombrear a las especies más postradas como los tréboles, mientras que con defoliaciones frecuentes esta relación se invierte (Carámbula, 2004).

Para las especies de trébol blanco, trébol rojo y lotus a medida que se aumenta progresivamente la frecuencia de defoliación, cuantificada en términos de acumulación de forraje antes del corte, estas presentaron progresivamente decrementos en su capacidad para producir forraje (Formoso, 1998).

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

Teniendo en cuenta que en las pasturas el verdadero rendimiento económico está constituido por macollas, tallos y hojas, es primordial conocer los acontecimientos que suceden en la formación de estos componentes, del

rendimiento y los efectos que pueden ejercer diferentes factores sobre los mismos (Carámbula, 2002a).

Se deben colocar las especies en similares condiciones de competencia por los recursos, permitiéndoles la recuperación luego de finalizado el pastoreo. Con esta sugerencia es necesario descartar el pastoreo continuo, ya que el mismo no tiene en cuenta estos aspectos. A diferencia, el pastoreo rotativo/racional permitiría contemplar los objetivos anteriores (Zanoniani, 1999).

Diferentes intensidades determinan diferentes consecuencias de las defoliaciones, además este efecto es distinto entre gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente, las leguminosas tienen mayor intercepción de luz que las gramíneas, debido a la disposición de sus hojas y en consecuencia tienen una recuperación más rápida. Dentro de las gramíneas también existe comportamiento diferencial entre los tipos erectos y postrados. Sin embargo, a pesar de que las leguminosas y las gramíneas postradas tienen rebrotes más rápidos, alcanzan antes el IAF óptimo, y en consecuencia, sus rendimientos en materia seca son por lo general menores que los de las gramíneas de tipo erecto. Como resultado, estas últimas presentan una mayor producción con manejos más aliviados (Carámbula, 2004)

Según Brancato et al. (2004), el pastoreo incide directamente sobre la morfogénesis de las especies que integran una pastura. Esta incidencia va a depender básicamente de la especie animal y de la capacidad de carga que soporte la misma.

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 períodos de descanso, es decir con manejos más aliviados, generando mayores producciones de forraje por hectárea en pastoreos rotativos, al ser comparados con continuos.

Brink, citado por Olmos (2004), reportó una disminución en la producción de materia seca por hectárea de estolones usando diferentes variedades de trébol blanco, al comparar la respuesta frente a las alturas de corte de 2,5 cm y 10 cm.

Pastoreos frecuentes y poco nitrógeno en el suelo favorecen a las leguminosas. Por otro lado, pastoreos poco frecuentes y un nivel alto de nitrógeno en el suelo promueve el desarrollo de las gramíneas. Por último, para lograr un buen balance entre gramíneas y leguminosas lo recomendado son pastoreos frecuentes y mucho nitrógeno en el suelo (Carámbula, 2002a).

2.4.4 Efectos del pastoreo sobre la pastura

Procesos en la interfase planta-animal son explicados por las diferentes respuestas a las intensidades y frecuencias de las diferentes plantas. En el corto plazo ocurren respuestas fisiológicas asociadas a la disminución de carbono suministrado para las plantas proveniente de la pérdida de parte aérea fotosintética, mientras que en el largo plazo existen respuestas morfológicas que permiten a la planta adaptar su arquitectura y escapar a la defoliación (Briske, citado por Azanza et al., 2004).

La 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. Es una interacción entre los tres flujos de tejido foliar que se dan en los sistemas pastoriles: crecimiento, senescencia y consumo (Parsons et al., 1991).

La defoliación determina una disminución instantánea de la actividad fotosintética y por consiguiente del nivel de energía disponible para la planta (Simpson y Cuelvenor, citados por Formoso, 1996). 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).

En el momento en que las tasas de crecimiento del forraje comienzan a decrecer, donde la fijación y translocación de energía supera la demanda de los meristemos refoliadores de la parte aérea, la energía sobrante es destinada a restaurar el nivel de reservas previamente utilizado (Smith, citado por Formoso, 1996).

2.4.4.1 Efectos sobre el rebrote

El rebrote de una planta luego de ser defoliada o después de un período de latencia depende no solamente del área foliar remanente sino también de las sustancias de reserva en la raíz (Carámbula, 2004).

En general las reservas se acumulan luego de cubiertos los requerimientos fisiológicos y el crecimiento de los diferentes órganos. Por esto, un exceso en la acumulación de reservas se debe a un crecimiento no realizado y si se extrema buscando porcentajes altos de reservas, se producirá menor

cantidad de materia seca, esto ocurre con pastoreos poco frecuentes y aliviados (Carámbula, 2004).

Por ello, Vallentine (1990) sostiene que para mantener niveles adecuados de sustancias de reserva basta con dejar áreas foliares apropiadas luego de los pastoreos, promover suficientes áreas foliares antes de los períodos de latencia, así como demorar la defoliación al rebrotar las plantas después de períodos de estrés.

En las especies perennes se produce una disminución de las reservas con el desarrollo de las macollas fértiles. Esto se da progresivamente hasta la espigazón, pero luego de la antesis y mientras se da la fructificación, las reservas se van incrementando hasta llegar a los niveles iniciales. En las especies anuales en cambio, todas las sustancias nutritivas se van acumulando en la región de los entrenudos del tallo alargado y en la inflorescencia, para contribuir al llenado de grano. Una vez que la semilla está madura la planta muere (Carámbula, 2002b).

Bajo regímenes de pastoreo o cortes, las sustancias que se acumulan durante la etapa vegetativa en raíces, rizomas, estolones o base de tallos dependiendo de la especie, van en aumento y una vez que se produce la defoliación estas reservas disminuyen rápidamente de acuerdo con la intensidad del pastoreo o cortes, al movilizarse hacia partes en crecimiento y como sustrato para la respiración (Grant et al., 1981).

Si el IAF remanente permite a la pastura quedar en una situación de equilibrio entre la fotosíntesis y la respiración (punto de compensación), el rebrote podrá iniciarse sin problemas y sin necesidades de tener que recurrir a las sustancias de reservas. Es decir que de acuerdo con la altura y la calidad del rastrojo al cual se deje la pastura luego del pastoreo, las plantas tendrán que utilizar o no sustancias de reservas ubicadas, la mayoría de ellas, en los órganos subterráneos (Jacques, citado por Carámbula, 2004).

2.4.4.2 Efecto sobre las raíces

Un efecto importante de la defoliación es la disminución de las sustancias de reserva en el sistema radicular, ya que cuando ocurre sobrepastoreo, se da una reducción considerable en estos sistemas. En los períodos de sequía, provoca una disminución de absorción de agua y nutrientes desde partes profundas del suelo, limitando el rebrote y la supervivencia de las plantas (Troughton, citado por Carámbula, 2002a).

Es necesario para una buena producción de forraje de las pasturas, que cuenten con un sistema radicular apropiado, especialmente en períodos de déficits hídricos (Carámbula, 2004).

El sobrepastoreo en el periodo invernal modifica el microambiente de la pastura, principalmente a través del pisoteo, lo cual afecta la parte aérea de las plantas. También repercute en sus sistemas radiculares a través del compactado excesivo que provoca la pezuña en el suelo. De este modo la aireación se ve reducida, al igual que la velocidad de infiltración del agua (Edmond, citado por Carámbula, 2004).

Si acontece un exceso hídrico en suelos con problemas de drenaje, asociado a sobrepastoreo, ocurren disminuciones en el crecimiento, volumen y vigor de los sistemas radiculares y por tanto condiciona, no sólo 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 a la ocurrencia de sequías que se registran mayormente en el verano (Carámbula, 2010b).

Luego de cada corte o pastoreo una parte importante de los sistemas radiculares de una pastura muere y con ella, en las leguminosas mueren también numerosos nódulos, todo lo cual sucede como consecuencia de la falta de aporte de carbohidratos producidos por la parte aérea, al quedar ésta reducida luego de un pastoreo (Carámbula, 2004).

2.4.4.3 Efectos sobre la utilización del forraje

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

La utilización de la pastura depende de la frecuencia y severidad de defoliación, así como también de las características estructurales de la misma. Cuando el intervalo de defoliación es superior a la vida media foliar, una mayor proporción de material verde puede perderse por senescencia, y la diferencia entre la producción primaria y la cosechable aumenta. El manejo que se haga de la pastura interactúa con la morfogénesis y las características estructurales de la pastura determinando la fracción cosechable de la misma. Esto es importante para establecer estrategias de pastoreo, considerando el intervalo de aparición foliar y el número de hojas vivas por macollo, y teniendo en cuenta

el tiempo de descanso óptimo para cada especie en particular (Chapman y Lemaire, citados por Brancato et al., 2004).

“En un sistema de pastoreo rotacional, el intervalo entre defoliaciones está definido por el período de descanso (entre dos defoliaciones sucesivas). Si el período de descanso es más corto que el tiempo de vida promedio de las hojas de las especies consideradas, la eficiencia de utilización del forraje será optimizada, pero si es más largo, una proporción de tejido foliar llegará a la etapa de senescencia antes de la siguiente defoliación, y la eficiencia de utilización disminuirá” (Gastal et al., 2004).

Manejar IAF altos, no solo produce una baja en la productividad neta de la pastura sino que también hay un efecto en la utilización del forraje, debido a que el consumo disminuye por la presencia de material senescente (Hodgson et al., citados por Gastal et al., 2004).

Cuando la pastura se encuentra en estado vegetativo y se trabaja con dotaciones bajas con manejo continuo o cuando se permite acumular forraje en forma excesiva bajo un manejo rotativo, es posible observar la pérdida de cantidades importantes de materia seca, especialmente en aquellos períodos de abundancia de forraje. En este sentido, todo tejido que llega al punto de envejecimiento (senescencia) es efectivamente una pérdida para el sistema (Carámbula, 2004).

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

2.4.4.4 Efectos sobre la morfología y estructura de las plantas

La morfología y estructura de las plantas se ve modificada a consecuencia del pastoreo. Esta incidencia depende básicamente de la especie animal y de la carga que soporte la pastura. A su vez el efecto de la defoliación no es significativo cuando este ocurre 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 (Grant et al., 1981).

El manejo del pastoreo repercute en cambios en la morfología y estructura de una pastura, 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).

La distribución vertical de la pastura influye en el valor nutritivo de la dieta cosechada por el animal, donde los componentes nutritivos más importantes (hojas verdes) se encuentran en los estratos más altos de la pastura (Montossi et al., 1994)

La estructura de la pastura en el sitio donde el animal toma el bocado determina el peso y las dimensiones del mismo, repercutiendo directamente la tasa de consumo, y esta a su vez modifica las características de las mismas en el sitio del bocado. Por otro lado, si el efecto del pastoreo sobre la pastura depende de la frecuencia e intensidad de defoliación de macollos y tallos individuales, entonces las dimensiones del bocado serán determinantes de la respuesta de la planta en el rebrote en función de las características, ya sea forma y disposición del remanente no pastoreado (Galli y Cangiano, 1998).

Bajo regímenes de defoliación severos, la tasa de aparición de nudos y el crecimiento de las yemas axilares, se reduce notoriamente, provocando un aumento en la mortandad de plantas, afectando en mayor medida el desarrollo de las yemas reproductivas en comparación con las vegetativas (Hay y Newton, citados por Olmos, 2004).

Otro factor que influye es la estación del año, esta cambia la arquitectura de la planta, la relación tallo/hoja y contenido de materia seca. Por último, la edad de la pastura se asocia a cambios en el balance gramíneas/leguminosas, acumulación de restos secos (García, 1995b).

2.4.4.5 Efectos sobre la composición botánica

El pastoreo en ecosistemas pastoriles es un importante determinante de la composición botánica y de su estabilidad. En una comunidad no pastoreada el balance de abundancia relativa de especies está determinado principalmente por la competencia por luz, agua y nutrientes (Nabinger, 1996).

Al alterarse la composición botánica, ocurre una alteración de la distribución de la producción a lo largo del año, pero la producción total anual tiene menor variación (Escuder, 1996).

A través de la defoliación se puede lograr un manejo eficiente de la luz, esto puede hacer variar las proporciones de las diferentes especies que constituyen la pastura. Así, si bien con defoliaciones frecuentes la mayoría de las leguminosas se ven favorecidas, debido a que con áreas foliares pequeñas absorben más energía que las gramíneas, en general estas últimas ven estimulado su crecimiento en los casos de defoliaciones poco frecuentes (Carámbula, 2004).

“Ante la búsqueda de un balance óptimo entre gramíneas y leguminosas, ocurre que al aumentar la proporción de las 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” (Carámbula, 2004).

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

Pastoreo rotativo con altas cargas, las parcelas fertilizadas modifican su composición florística predominando las especies deseables. Las mismas, pero sin subdivisiones adecuadas y bajo pastoreos no controlados, casi no muestran modificaciones en su composición botánica ni en su longevidad, porque el pastoreo selectivo anula el efecto benéfico del fertilizante (Carámbula, 2002b).

2.4.4.6 Efectos sobre la persistencia

Para lograr una buena persistencia se debe disponer de una población suficiente de plantas para cumplir con los requerimientos y expectativas del sistema de producción en proceso (Marten, 1985).

La mayoría de los fracasos observados en las pasturas son resultado de errores básicos en el manejo del pastoreo, independientemente de los problemas de persistencia que presentan las pasturas (Sheath et al., 1989).

El pastoreo si no es bien manejado genera áreas contrastantes, que son severamente pastoreadas, hasta otras con pastoreo muy aliviado, lo cual afecta la persistencia de diversas maneras. En el caso de las gramíneas el riesgo de baja persistencia se explica en base a la presencia de macollas inestables, por ser éstas pequeñas y débiles (Hughes y Jackson, citados por Carámbula, 2007b).

Si la defoliación por parte de los animales se realiza de acuerdo con las recomendaciones especificadas para cada especie y circunstancia, el pastoreo directo no generaría inconvenientes. Por el contrario, algunos factores asociados podrían ser los que provocarían precisamente, ciertos efectos nocivos sobre las pasturas. Se citan el pisoteo, el pastoreo selectivo, el traslado de fertilidad, entre otros, los cuales deben ser tenidos en cuenta para orientar el manejo en forma tal que no perjudique la persistencia (Carámbula, 2007b).

El manejo del pastoreo interactúa de manera compleja con los factores ambientales dominantes y los recursos genéticos para afectar sobre la persistencia. Cuando las presiones ambientales son severas (altas temperaturas, sequías), el manejo es crítico y determinante para tratar de no afectar la persistencia de las plantas. Inversamente, cuando las presiones ambientales son bajas y por tanto las condiciones para el crecimiento son buenas, es posible realizar en ciertos momentos, manejos relativamente severos (Carámbula, 2007b).

La persistencia en especies perennes debe favorecerse básicamente por un manejo del pastoreo que permita la aparición de nuevas unidades de crecimiento. Para ello es relevante administrar el pastoreo de forma tal que los procesos de macollaje y formación de tallos, rizomas y estolones, no se vean afectados (Carámbula, 2007b).

2.4.4.7 Efectos sobre la calidad

Al aumentar la presión de pastoreo en pasturas de zonas templadas, la disminución en el consumo de forraje presenta mayor importancia relativa en comparación con la disminución del valor nutritivo de la materia seca ingerida (Wade, citado por Escuder, 1996).

Carámbula (2004), afirma que el mayor potencial nutritivo de las leguminosas en comparación con las gramíneas se debería a que las primeras poseen una menor concentración de paredes celulares, una mayor densidad del líquido ruminal, una digestibilidad más rápida de la materia seca y por consiguiente un menor tiempo de retención de la ingesta que conduce a un mayor consumo.

Para lograr un buen manejo de las pasturas cuando estas pasan a su etapa reproductiva, es necesario recordar que la producción de forraje en este momento, depende del desarrollo de los tallos fértiles, de los tallos vegetativos, y de la aparición de nuevas macollas y tallos pequeños que van reemplazando a los tallos fértiles, cuando estos son removidos (Carámbula, 2004).

En la etapa reproductiva ocurre una gran acumulación de materia seca pero con una notoria caída en la calidad de la misma. 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 este modo es ideal comenzar con el control temprano en la primavera, cuando el animal no puede discriminar entre macollas vegetativas y reproductivas. Si esto se logra, el macollaje será activo, con sistemas radiculares más profundos y con entrega de forraje de mayor

calidad hacia el verano. Debe de tenerse en cuenta que estos pastoreos de fines de primavera, así como los del inicio no deberán ser intensos. Todo esto se aplica para especies perennes donde la floración no es necesaria, y tiene beneficios suprimirla (salvo en algunas especies y bajo determinadas circunstancias). Contrariamente a lo que ocurre en las especies anuales donde hay que favorecer la floración y fructificación para asegurar su persistencia (Carámbula, 2004).

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

2.5 PERSISTENCIA DE LAS PASTURAS

Una de la controversias o rechazos, tal vez la de mayor importancia, que se presentan al momento de decidirse a sembrar una pastura perenne por parte de los productores, refiere a cuantos años de producción aceptable brindará dicha pastura para poder amortizar su costo de implantación, ya que el mismo es elevado por unidad de área. La persistencia de una pastura es de vital importancia, ya que cuanto más persistente sea, más económica la producción que se desarrolle a partir de la misma. La respuesta no es sencilla ya que son varios los factores que influyen en la persistencia de una pastura, los cuales no son independientes (Carámbula, 2004).

En Uruguay las condiciones climáticas predominantes contribuyen a la producción de forraje durante todo el año. Pero la misma no es constante en cantidad ni calidad durante las cuatro estaciones (García et al., 1981). Es debido a esto que la siembra de pasturas toma un lugar importante en los sistemas pastoriles del país.

La estabilidad y persistencia de las pasturas perennes están dadas por la etapa de sucesión de las especies. En etapas iniciales la pradera brinda la mayor calidad y cantidad de forraje proporcionada por las especies sembradas, las cuales van disminuyendo su proporción dando lugar a especies menos productivas y más estables (Carámbula, 1991).

2.5.1 Factores que inciden en la persistencia de pasturas

Los factores más relevantes que actúan y determinan el comportamiento de la pastura se pueden agrupar en abióticos y bióticos. Dichos factores interactúan sobre las pasturas implantadas incluso desde antes de la siembra y prosiguen durante la vida de la pradera. Estos factores pueden ser de acción combinada y/o independiente generando un impacto sobre la misma, es así que deben ser identificados para lograr una manipulación sobre los mismos y poder lograr los objetivos buscados con la pastura sembrada (Carámbula, 2004).

2.5.1.1 Factores climáticos y edáficos

Según Carámbula (2004) la gran variación presente en Uruguay en los registros pluviométricos como en temperatura, originan una reducción en la persistencia de las praderas perennes, efecto que se agudiza debido a la variación de agua disponible en los suelos del país, determinando un rango de posibilidad de ocurrencia de estrés amplio. Tomando en cuenta este tipo de factores, los que explican en mayor medida la baja persistencia de las pasturas, corresponden a las altas temperaturas y el estrés hídrico tanto excesos como déficits. En cuanto al estrés por agua, las gramíneas presentan una mayor tolerancia que las leguminosas al déficit. Esto se explica en parte por la menor pérdida de agua por transpiración así como un sistema radicular adventicio más desarrollado, el cual las posiciona con una mejor adaptación frente a los déficits, de esta manera las posiciona de mejor modo en la competencia por el recurso agua frente a las leguminosas de la mezcla. Sin embargo el estrés hídrico afecta a ambas familias de manera generalizada, a lo que en condiciones de producción se le suele sumar daños causados por otros factores.

Las altas temperaturas que ocurren en verano provocan un gran estrés en las plantas de origen templado que ocasionan efectos directos o indirectos predisponiendo a la ocurrencia de otros (García, 1992).

Según Carámbula (2004) una de las condiciones que debe presentar una especie a ser implantada en Uruguay es la tolerancia a las heladas que ocurren principalmente en el período invernal, de no ser así lograr persistencias adecuadas es impensable. Las consecuencias son, desde muerte directa por exposición a bajas temperaturas o heladas, o una disminución acentuada en períodos cercanos a la ocurrencia de las mismas. Lo que deja libre, nichos aptos para la colonización de gramíneas y malezas de hoja ancha dependiendo de la historia del suelo en el que se está trabajando, determinando de esta

manera una menor persistencia. El mayor efecto depresivo en la producción de biomasa se observa cuando la ocurrencia de temperaturas elevadas es acompañada por déficit hídrico.

Con respecto a los factores edáficos de mayor importancia se resaltan las deficiencias fertilidad y problemas de acidez. Dichos factores perjudican en mayor medida a las leguminosas debido a la menor capacidad de adaptación que presentan las mismas (Carámbula, 2004).

Buxton, citado por Carámbula (2004) establece que de los componentes de las pasturas perennes sembradas, las leguminosas, debido a su mayor exigencia en cuanto a las características necesarias para su desarrollo y crecimiento presentan una adaptación más comprometida a los distintos suelos del país, esto determina una mayor vulnerabilidad al estrés ambiental en comparación a las gramíneas. A su vez la compactación presente en suelos, favorece el anegamiento del mismo por una menor infiltración, ocasionando de esta manera un menor desarrollo radicular afectando la sobrevivencia; otro proceso biológico que es afectado por condiciones de anaerobiosis es la fijación biológica del nitrógeno atmosférico. En suelos de compactación significativa las especies con raíces reservantes, sistemas radiculares estolóníferos y/o rizomatoso, presentan ciertas dificultades para su desarrollo debido a la resistencia a la penetración (García, 1992).

2.5.1.2 Importancia de las especies sembradas

La elección de las especies y cultivares para implantar una pastura es un pilar fundamental en el inicio del establecimiento de una mezcla forrajera, el cual influirá sobre la persistencia de la pradera (García et al., 1981).

Según Carámbula (2004), en las especies perennes la persistencia se explica mayoritariamente por plantas o partes de las mismas establecidas, así como de la población de semillas en el suelo. Es posible que en situaciones exista un buen banco de semillas en el suelo pero debido a factores ambientales o de manejo, las poblaciones de plántulas logradas sean insuficientes para rejuvenecer la pastura. En dichas circunstancias es necesaria la implementación de prácticas agronómicas que faciliten la germinación del banco de semillas. Por consiguiente, en especies perennes se debe considerar tanto la persistencia por supervivencia o muerte de cada planta individual, así como la persistencia ocasionada por la resiembra natural desde el banco de semillas presente.

La persistencia en mezclas forrajeras de los cultivares que la componen es afectada por la competencia entre especies y cultivares de dicha mezcla, y por la intensidad y grado de selección del pastoreo al que se someta. Es así que la persistencia en las especies perennes “discretas” como *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, además parte de las gramíneas perennes se explica principalmente por la cantidad de plantas logradas luego de implantación; las especies “no discretas” como *Trifolium repens* o *Lotus pedunculatus* en las que se registran períodos variables entre la muerte y reemplazo de estolones y rizomas explican mayormente su persistencia por la reposición de nuevos órganos mediante crecimiento secundario. Pese a esto, dadas las condiciones climáticas predominantes en Uruguay en las que las ocurrencias de estreses ambientales son comunes, se debe confiar siempre en la semillazón y resiembra natural para mantener su persistencia (Carámbula, 2004).

Según Carámbula (2010c), las especies perennes son las que en mayor medida contribuyen a la persistencia de las pasturas sembradas, en contraposición a lo que ocurre con las especies anuales. Esto se debe a que las segundas, tanto gramíneas como leguminosas, al completar su ciclo mueren dejando un espacio libre que presenta muy buenas condiciones de fertilidad, en el caso de las leguminosas, convirtiéndose en un nicho para malezas. Una forrajera perenne al presentar mayor masa radicular en la cual acumula reservas, proporcionando frente a condiciones de estrés el sustrato necesario para sobreponerse, evitando de esta manera la aparición de espacios libres de competencia en el cual las malezas logren avanzar; brindándole a la pastura en su conjunto una gran estabilidad durante su ciclo productivo. Debido a esto se deben incluir gramíneas perennes en una mezcla forrajera de manera que le confiera dichas propiedades a la mezcla.

Según Formoso (2010), la inclusión de festuca en una mezcla forrajera determinó que al tercer verano de implantada la pastura los niveles presentes de *Cynodon dactylon* fueran sensiblemente menores en comparación con aquellas mezclas en las que se incluía. De esta manera se evidencia la importancia que tienen las gramíneas perennes en una mezcla forrajera, mediante la competencia con la invasión de malezas, en aquellos períodos de menor crecimiento de la mezcla forrajera.

Si bien el esqueleto de una pradera son las gramíneas, éstas son demandantes en nitrógeno, por lo que la presencia de leguminosas en la mezcla cumple un rol fundamental en la persistencia de dicha pastura. La caída en producción de biomasa a partir del tercer año de vida de una pradera está fuertemente relacionada a la disminución en el stand de leguminosas de la mezcla (García et al., 1981).

2.5.1.3 Implantación y fecha de siembra

No se puede pensar en una pastura persistente si no se parte de una buena implantación. Esto se explica debido a que, si el stand de plantas establecidas es insuficiente, o no se alcanza un correcto desarrollo de las mismas previo a condiciones de estrés, no hay manejo posible que evite una baja producción de biomasa e invasión de malezas aparejando una reducción en la persistencia de la pastura.

Los factores que afectan la implantación son el medio ambiente (clima y suelo), la calidad de la semilla (germinación y pureza), los métodos de siembra (densidad y distribución) y el ataque de enfermedades y plagas (hongos e insectos, García et al., 1981).

La fecha de siembra se determina con el objetivo de ubicar la etapa más susceptible de la pastura en las condiciones menos adversas. Según Carámbula (2002b), la rápida y uniforme germinación se logra con un adecuado nivel de humedad en el suelo acompañado de adecuadas temperaturas. De esta manera se visualizan dos posibles fechas de siembra, una en otoño y otra en primavera temprana, de éstas, otoño es la fecha por la que normalmente se opta debido a que proporciona un lapso de tiempo en el que asegura un correcto desarrollo radicular previo al verano, período en el que los déficits hídricos ocasionan muerte de plantas de aquellas pasturas que no hayan logrado un desarrollo radicular adecuado.

La temperatura del aire y suelo afectan el proceso de emergencia e implantación. Las fechas tempranas de otoño (marzo), si bien la temperatura del suelo es mayor determinando una mayor velocidad de emergencia, temperaturas elevadas pueden causar la muerte de plántulas, ya sea directa o indirectamente. En contra posición siembras en otoño tardío (fines de mayo), la ocurrencia de heladas aumenta, las cuales son capaces de dañar a la plántula, o en su defecto retrasar su crecimiento. Dentro de las especies sembradas, las gramíneas perennes se ven mayormente perjudicadas por temperaturas estresantes, en cambio gramíneas anuales y leguminosas toleran un rango mayor de temperaturas (Carámbula, 2002b).

El contenido de agua en el suelo varía a lo largo del año debido a entradas y salidas del perfil. Luego de transcurrido el período estival, de mayor demanda atmosférica, con las precipitaciones de marzo y abril el perfil del suelo se comienza a recargar, ocasionando condiciones óptimas para la siembra (Carámbula, 2002b). Esto se debe a que en este momento el perfil presenta agua disponible así como aire, esto es de vital importancia a la hora de la siembra, ya que si el suelo se presenta saturado se dan condiciones de anaerobiosis perjudicando la instalación de la pastura.

Según Altier (2010), plagas y patógenos causan su mayor efecto en la etapa de implantación. Debido a esto se debe priorizar un rápido proceso de implantación de manera de sortear la etapa más susceptible de la pastura en el menor tiempo posible. La protección con fungicidas e insecticidas que no afecten a los rizobios, constituyen una tecnología de comprobada eficiencia en el aumento de la proporción de plantas establecidas.

En cuanto al método de siembra se menciona que en la siembra al voleo se encuentran las ventajas de sencillez y una rápida cobertura del suelo. Como desventajas, posee la desuniforme y lenta germinación y una menor eficiencia en el uso del fertilizante, estos efectos se deben por el menor contacto semilla suelo característico en este tipo de siembras (Formoso, 2007). La siembra en líneas coloca la semilla en mayor contacto con el suelo y nutrientes provenientes del fertilizante, con una mayor contenido de humedad, así como una uniforme profundidad de siembra. Al sembrarse en líneas el tiempo en dejar el suelo cubierto es mayor, esto aumenta la predisposición a la germinación de especies indeseadas. El método al voleo se recomienda para las leguminosas y el método de siembra en líneas es recomendado para gramíneas, esto se debe a las características de las especies de cada grupo. En suelos con un contenido bajo de humedad y condiciones de fertilidad limitantes es recomendable realizar siembras en línea debido a los efectos anteriormente detallados (Carámbula, 2004).

2.5.1.4 Efecto de la fertilidad

El elemento de vital importancia en la producción de biomásas es el nitrógeno (Carámbula, 2004). Debido a esto es que la inclusión de leguminosas inoculadas con su rizobio específico es de vital importancia a la hora de pensar en pasturas persistentes. De ahí se desprende la importancia de las fertilizaciones fosfatadas en pasturas perennes mezclas de gramíneas y leguminosas. Según Carámbula (2004), refertilizaciones periódicas fosfatadas son necesarias para mantener un stand de leguminosas que aseguren un suministro de nitrógeno mínimo al componente gramínea de la mezcla; esto se debe a que las necesidades de fósforo que presentan las leguminosas comúnmente utilizadas, son mayores a las dosis de fertilizante aplicados en cobertura. A esto se suma que el fósforo presenta poca movilidad en el suelo debido a su adsorción a los coloides del suelo, lo que dificulta su movilidad y absorción por las plantas.

Dado el bajo contenido de fósforo de los suelos, cuando las aplicaciones a la siembra son bajas, la población de leguminosas presente es

pobre, afectando mayormente a aquellas con niveles críticos superiores (Carámbula, 2004).

Altas fertilizaciones al momento de la siembra son necesarias para contribuir a un buen desarrollo radicular de la plántula, asegurando una densidad poblacional que suministre adecuadas producciones de materia seca durante la vida útil de la pastura. Sin embargo refertilizaciones anuales son necesarias para mantener los niveles de fósforo del suelo en niveles óptimos para las especies sembradas (Mas et al., citados por Carámbula, 2004).

Aun cuando las fertilizaciones sean abundantes y continuas, las pasturas presentan una cierta estabilidad sólo aparente, por lo que la persistencia de la pastura por las simples fertilizaciones no estará definitivamente asegurada (Santiñaque, 1979).

La respuesta a la fertilización difiere según la edad de la pastura. A medida que la pastura envejece la respuesta disminuye como consecuencia de una menor densidad de leguminosas en la mezcla entre otros factores (Santiñaque, 1979). La respuesta al fósforo agregado disminuye a medida que aumentan los niveles de fósforo disponible en el suelo (Carámbula, 2004). De acuerdo con lo anterior, en los primeros años de una pastura implantada se deben manejar dosis mayores. Esto se explica debido a que en los dos primeros años de vida la pastura presenta un adecuado nivel leguminosas capaces de responder al agregado de fósforo; a un menor contenido de fósforo disponible en el suelo, por lo que por unidad de nutriente agregado la respuesta biológica es mayor; por un menor grado de enmalezamiento, determinando mayor número de especies productivas por unidad de área. Es así que las dosis de fertilizante a agregar se deben fijar en función del estado y composición botánica de la pastura, lo que normalmente está determinado por la edad de la misma. Según Carámbula (2004), la menor respuesta a la fertilización observada a edades avanzadas se explica debido a que son otros los factores que limitan la producción de la misma.

Las aplicaciones de nitrógeno en altas dosis y frecuentes tienen un efecto depresivo sobre las leguminosas debido a que provocan una competencia con la fijación biológica perjudicando así a la planta.

2.5.1.5 Manejo del pastoreo

El manejo del pastoreo es uno de los factores con mayor incidencia en la persistencia de las pasturas (Sheath et al., 1989).

El pastoreo interacciona estrechamente con factores ambientales dominantes y con las especies que conforman la pastura. Cuando las presiones ambientales son severas, el manejo del pastoreo se vuelve crítico (Carámbula, 2004).

Una pastura presenta distinto potencial en sus distintas áreas, normalmente existen zonas contrastantes que van desde severamente pastoreadas hasta las zonas con pastoreo liviano, lo que afecta la persistencia de la pastura (Hughes y Jackson, citados por Carámbula, 2004).

Jones, citado por Carámbula (2004), determinó que si bien el descenso de la productividad y deterioro de la composición botánica de las pasturas sembradas es el resultado de manejos incorrectos, es de vital importancia las interacciones entre factores como el manejo y la fertilización en el mantenimiento y/o mejoramiento de la composición y calidad de la pastura.

La severidad del pastoreo y la época de ejecutarlo pueden afectar muy seriamente la resiembra y las condiciones de regeneración. Debido a esto se debe promover la semillazón, así como la regeneración a efectos de favorecer su presencia productiva (Sheath et al., 1989).

Según Carámbula (2004), en especies perennes la promoción de unidades de crecimiento mediante procesos activos de macollaje, formación de tallos, rizomas y estolones es de vital importancia al momento de pensar en pasturas persistentes. No obstante, en ciertas ocasiones, permitir el proceso de floración-fructificación es necesario de manera de contar con un banco de semillas que permita la resiembra en caso de ser necesario.

La multiplicación vegetativa y la resiembra natural por un buen pastoreo son las bases para la estabilidad y persistencia de una pastura (Carámbula, 2004).

Según García (1992), defoliaciones intensas en verano en pasturas compuestas por festuca disminuye marcadamente las posteriores producciones de otoño e invierno. A su vez pastoreos severos en otoño pueden aparejar menores producciones debido a que la pastura se encuentra en proceso de macollaje y acumulación de reservas.

Según Carámbula (2003), un correcto manejo de recuperación luego del verano es la realización de pastoreos intensos y rápidos que permitan remover los restos secos ocasionando un efecto favorable en el macollaje. En invierno los pastoreos deben realizarse defoliaciones controladas para no disminuir el crecimiento debido a la menor cantidad de horas luz de la época.

Según García (1992), en las estaciones con excedente de forraje se debe tener la precaución de no realizar pastoreos inadecuados con el fin de aumentar la cosecha de forraje afectando la perdurabilidad de la pastura. En contraposición si se realizan pastoreos inadecuados cuando la pastura se encuentra en estadios fenológicos avanzados puede aparejar la aparición de maciegas y otras zonas con sobrepastoreo, con una susceptibilidad alta a las sequías, con posterior enmalezamiento y degradación.

La estación verano, es en la cual se debe tener mayor cuidado con el manejo de los pastoreos sobre las pasturas perennes templadas sembradas comúnmente en Uruguay, en la cual el déficit hídrico y las altas temperaturas ocasionan efectos en el crecimiento y mantenimiento de las plantas. Es así que los pastoreos deben asegurar un suficiente remanente activo que asegure la obtención de agua, logrando de esta manera el ingreso al verano con un sistema radicular suficientemente desarrollado que asegure la supervivencia de la planta durante el período crítico (Carámbula, 2003).

El manejo y utilización de las pasturas sembradas determina la productividad, el mismo debe centrarse en la composición botánica, la susceptibilidad de las especies al pastoreo y la época en la que producen la mayor entrega del forraje (Brougham, Harris, citados por Carámbula, 2003).

2.5.1.6 Incidencia de las malezas

Un factor que afecta la persistencia de las pasturas en gran magnitud son las malezas que intervienen en esta.

La muerte de plántulas y debilitamiento de las presentes provoca un retardo en el desarrollo y menor persistencia de la pastura. A su vez provocan una disminución en la calidad del forraje debido a un menor valor nutritivo, menor apetecibilidad, toxicidad y alelopatía (Cibils y García, 2017).

El grado de enmalezamiento en el primer año de vida afecta la capacidad productiva, el manejo del pastoreo, longevidad y estabilidad, esto ocasiona una marcada reducción en la persistencia (Carámbula, 2004).

Según Carámbula (2004), en suelos con larga historia agrícola el banco de semilla de malezas presente en el suelo es abundante, esto determina una gran capacidad de colonización en las etapas tempranas cuando la pradera se está instalando y el suelo no es cubierto aún.

El grado de enmalezamiento es mayor cuanto menor vigor inicial presenten las especies incluídas en la mezcla, mayor reposo en la estación de

menor crecimiento, más seco el período estival y menor es el porcentaje de gramíneas precoces en la mezcla. Cuando estos factores se presentan en combinación en una mezcla a realizar, será preciso llevar a cabo un control exhaustivo tanto químico como mecánico (Carámbula, 2004).

A medida que el número de especies perennes aumenta, el grado de enmalezamiento es menor, siendo máximo cuando las especies son anuales de ciclo similar (Santiñaque, 1979).

La complementariedad en los ciclos productivos de las especies sembradas está directamente relacionado a una mayor productividad, persistencia y estabilidad; provocando una menor velocidad de infestación de malezas (Santiñaque, 1979).

Normalmente en las mezclas sembradas en el Uruguay la mayoría de las gramíneas son de metabolismo C3. Cabe aclarar que el ambiente reinante en el país favorece a las subtropicales del tipo C4, lo que ocasionará un desbalance. Es debido a esto que la inclusión de gramíneas estivales es de vital importancia a la hora de pensar en una pastura persistente (Carámbula, 2004).

Según Carámbula (2004), en los primeros años de vida de una pastura sembrada, las malezas que dominan son de ciclo anual, posteriormente las malezas perennes van cobrando importancia. Esto se debe a un aumento de la compactación del suelo y dificultades que experimentan las primeras en los procesos de regeneración obligatoria de las especies anuales, ocasionando disminución en sus poblaciones. Es por esto que se debe tener precaución al momento de realizar algún trabajo físico en el suelo de manera de no favorecer la germinación del banco de semillas presente, provocando la inestabilidad de la pastura.

En praderas compuestas por gramíneas invernales y leguminosas estivales e invernales, la mayor producción de forraje se da en primavera, época en la cual a su vez se encuentran en estado reproductivo. Esto provoca que durante el verano la mezcla presente espacios libres dejados por las especies sembradas en los cuales se desarrollan malezas de agresiva colonización (Carámbula, 1991).

2.5.1.7 Incidencia de enfermedades y plagas

Enfermedades y plagas son factores que pueden influir en la productividad y persistencia de la pastura, principalmente con un efecto sobre el componente leguminosa (Carámbula, 2004).

Las enfermedades que ocurren en las praderas sembradas se dividen en enfermedades de implantación y enfermedades que ocurren una vez instalada la pastura. A su vez, en base al lugar de acción del agente, se dividen en las que afectan la parte aérea y las que afectan raíz (Altier, 2010).

Según Altier (2010), las afecciones ocasionadas por enfermedades se presentan en diferentes momentos y ubicación de la misma. Las que ocurren en implantación se deben a patógenos que se encuentran en el suelo semilla. Bajo condiciones adversas, como exceso de lluvia y bajas temperaturas, puede ocurrir podredumbre de semilla y raíz. En el caso de las enfermedades foliares producen disminución en la fotosíntesis y translocación de sustancias determinando aumento en la respiración y caída prematura de hojas.

La aplicación de fungicida a la semilla de las leguminosas con la prevención de no dañar al rizobio específico, logra incrementos importantes en la población de plántulas establecida (Formoso, Altier, citados por Carámbula, 2004).

En plantas adultas, las enfermedades de raíz y corona son las causantes de la muerte de éstas, al afectar la absorción de agua y nutrientes, la acumulación de reservas y la fijación de nitrógeno (Altier, 2010).

Los daños por plaga son consecuencia de ataques esporádicos (Alzugarray, citado por Carámbula, 2004).

Los daños causados por insectos pueden ser directos mediante la afectación física del forraje, raíces o sabia, o indirectamente mediante la transmisión de patógenos (Alzugarray y Riveiro, citados por Carámbula, 2004).

Conociendo la estrategia de vida de los insectos plaga, se podrá planificar un buen manejo de los mismos, a efectos de otorgar una mayor persistencia productiva de las pasturas sembradas (Alzugarray y Riveiro, citados por Carámbula, 2004).

La aplicación de fungicida e insecticida no es una medida de control eficiente para el control de enfermedades y plagas. Sin embargo se pueden realizar prácticas agronómicas tendientes a minimizar el efecto de dichos agentes mediante la siembra de cultivares resistentes, manejo de defoliación y de las resiembras naturales (Carámbula, 2004).

2.5.1.8 Incidencia de la resiembra natural

Un aspecto fundamental para el manejo de las pasturas, es promover la semillazón, permitiendo el rejuvenecimiento con el fin de asegurar longevidad de la pastura, así como una mayor calidad, manteniendo una pastura balanceada. A diferencia de las gramíneas, las leguminosas se caracterizan por tener ciclos de vida muy cortos por lo que se debe buscar la semillazón de manera de contribuir al banco de semilla y el reclutamiento de nuevas plantas para poder mantener una buena persistencia (Carámbula, 2010c).

2.6 DEGRADACIÓN DE PASTURA

La vida productiva de la pastura no se puede mantener por tiempo indefinido, presentando un proceso de degradación caracterizado por una gran inestabilidad en los rendimientos. Generalmente desde el tercer año se observa un proceso de pérdida de las especies sembradas, principalmente de la fracción leguminosa, dejando espacio en la pastura libre para la invasión de malezas (Carámbula, 2004).

Culminado el proceso de implantación, ocurren una serie de cambios afectando las interacciones entre las especies sembradas y el medio ambiente, determinando una evolución compleja a un nuevo equilibrio (Carámbula, 2004). En las primeras etapas, la pastura se encuentra en una sucesión donde el predominio de las especies sembradas es evidente, así como una menor estabilidad. A medida que la pastura envejece se vuelve más estable, pero a su vez menos productiva ya que las especies sembradas están menos presentes dando lugar a especies invasoras de menor productibilidad.

2.6.1 Aspectos involucrados en el proceso de degradación

La degradación de una pastura perenne implantada ocurre de manera natural, los factores involucrados en este proceso van, desde la incorrecta elección de las especies hasta el inadecuado manejo de las mismas. El manejo incorrecto del pastoreo y la pérdida de fertilidad del suelo determinan una progresiva desaparición de las especies más productivas, las cuales son reemplazadas por especies indeseadas poco productivas (Peralta, 2002).

Bates (1948), sostiene que la acumulación de materia orgánica parcialmente descompuesta en superficie es una causante del deterioro de las

pasturas. Esto se debe a un denso entramado de raíces en el horizonte superficial y a la propia descomposición del material de la parte aérea en la pradera. Las plantas que se desarrollan bajo estas condiciones experimentan un crecimiento del tipo “maceta”, en el que el exceso de anhídrido carbónico, la deficiencia de oxígeno, agua y nutrientes son condiciones reinantes. Esto le provoca un crecimiento radicular inapropiado, probablemente efectos en la germinación del banco de semillas y la micro fauna del suelo.

El progresivo desarrollo de las raíces en superficie, determina una mayor dependencia al régimen hídrico. Esto lleva a que la pastura presente una producción más estacional, ubicando los picos de máxima y mínima producción de manera cada vez más acentuados. A su vez, el decremento en la contribución por parte de las leguminosas de ciclo invernal, determina una menor producción en esta época (Carámbula, 2004).

El sobrepastoreo produce un efecto sobre el micro ambiente del suelo mediante el pisoteo. Las plantas no deben sólo sobreponerse a la acción del pisoteo sobre la parte aérea, sino que también deben resistir el efecto sobre la compactación de las pezuñas sobre el suelo. Esto determina una menor aireación, menor infiltración de agua y mayor evaporación superficial (Edmond, citado por Carámbula, 2004).

Los manejos recomendados para la buena explotación de las pasturas determinan momentos de alivios de éstas, lo que puede provocar la aparición de malezas de mediano y alto porte. El control de esta maleza representa uno de los más grandes desafíos en el control de las mismas sobre pasturas perennes. Como medida de prevención se debe favorecer un tapiz fuerte que ejerza gran competencia, de manera de evitar la infestación de la maleza (Carámbula, 2004).

Estos eventos de degradación conducen a que las pasturas sembradas dejen de cumplir el rol para el cual fueron pensadas, cubrir los requerimientos animales en momentos del año donde la base forrajera del predio brinda las menores producciones (invierno, Carámbula, 2004).

2.6.2 Vías finales de degradación de las pasturas

Las vías de degradación de las pasturas en Uruguay son dependientes de la historia de la chacra, el nivel inicial de gramilla y el tipo de mezcla forrajera (García et al., 1981).

El denominador común en todas las situaciones, es la dominancia de las leguminosas en el segundo año de vida de la mezcla, producto de la

fertilización fosfatada inicial y la pobre instalación de las gramíneas debido a bajos niveles de nitrógeno presente en el suelo, así como manejos inadecuados que dificultan la resiembra de las mismas (Carámbula, 2004).

Según Carámbula (2004), la pérdida del componente leguminosa, ocasionando un descenso en el nivel de nitrógeno a nivel del suelo y las gramíneas menos eficientes en el uso del nitrógeno, experimentan una disminución en producción.

La desaparición de las leguminosas a partir del segundo año originará pasturas de diferentes características según el tipo de suelo e historia previa del potrero y constitución e implantación de la mezcla. De acuerdo a esto, se pueden ocasionar tres situaciones contrastantes de degradación: evolución a campo natural, evolución a dominancia de gramíneas perennes (principalmente festuca) y evolución hacia la dominancia de gramilla (UdelaR. FA, 1997).

2.6.2.1 Evolución hacia el campo natural

Este proceso ocurre en las regiones ganaderas en donde los suelos no tienen historia agrícola previa, aquí las praderas se instalan sobre campo natural o con muy pocos cultivos previos generalmente algún verdeo invernal (UdelaR. FA, 1997).

Según Carámbula (2004), en suelos arenosos con predominio de los géneros *axonopus* y *paspalum*, y en suelos pesados con predominio de *Stipa spp.* y más incompleta la preparación de la sementera mayor, será la velocidad de transcurso hacia el campo natural.

2.6.2.2 Evolución hacia la dominancia de pasturas perennes

Pasturas perennes mezcla de gramíneas y leguminosas que parten de una buena implantación, luego de la desaparición del componente leguminosa se da una evolución hacia un equilibrio en el cual domina la especie gramínea sembrada (Carámbula, 2004).

El aumento de la fertilidad por parte de las fertilizaciones fosfatadas y el aporte de nitrógeno por parte de las leguminosas, así como el descenso de las leguminosas, llevan a la conformación del festucal como consecuencia de la falla en la resiembra natural de las leguminosas (García et al., 1981).

Este nuevo equilibrio alcanzado por la gramínea perenne apareja problemas para futuras posibles resiembras naturales de leguminosas

ocasionado por un denso matillo. El otro problema refiere a la calidad de la pastura, la baja palatabilidad de la pastura provoca un aumento en la selectividad por parte de los animales, lo que dificulta la sobrevivencia de las leguminosas presentes aún (Carámbula, 2004).

2.6.2.3 Evolución hacia dominancia de *Cynodon dactylon*

En muchos establecimientos es frecuente observar que al final del segundo año de implantadas, más del 80% del área es cubierta por gramilla (García et al., 1981).

Este efecto se debe a múltiples causas todas ellas muy probables de ocurrir. Entre las más comunes se encuentran la mala implantación de la pastura, escasez de gramíneas perennes o ausencia de las mismas y el manejo erróneo del pastoreo principalmente en los meses críticos (Carámbula, 2004).

Según Carámbula (2004), en situaciones de baja infestación por la maleza al momento de instalar la pradera, igual se observan grandes reducciones de la producción de materia seca.

2.7 RENOVACIÓN DE PASTURAS

“La variabilidad climática, el manejo del pastoreo o simplemente el paso del tiempo limitan la vida productiva de las pasturas. A pesar de que el costo del kilogramo de materia seca pastoril es el más barato para la alimentación de los bovinos, el desembolso al momento de implantar una pastura es importante. Ante esta circunstancia, muchos productores plantean como estrategia prolongar su vida útil mediante la intersembra de especies forrajeras o, directamente, mediante el rejuvenecimiento de la pastura” (Ferrari, 2014).

La renovación de pasturas es una herramienta de manejo con el fin de recuperar la productividad de la pastura degradada o en vías de la misma. Comprende la implementación de laboreos superficiales, pudiendo ser o no con agregado de semillas dependiendo de la situación a la que se enfrente (García, citado por Carámbula, 2004). Consiste en la aplicación de un conjunto de técnicas (herbicidas, laboreos, quema, etc.), que se combinan de tal manera de lograr restablecer parte del potencial productivo de la mezcla. Restableciendo el vigor de las especies pre existentes y/o mediante la siembra de nuevas especies (Ferrari, 2014).

Según Álvarez y Apolinario (2012), como desenlace de la anticipada degradación, estas pasturas no tienen la capacidad de cubrir los requerimientos. Es debido a esto que se deben llevar a cabo decisiones que conduzcan a una restauración de una pastura productiva, evitando que éstas se degraden completamente.

Según Carámbula (2004), la renovación de pasturas debería de realizarse como un hecho de rutina, aplicando dichos manejos desde temprana edad en la misma. De este modo se evita enfrentar a situaciones complejas en las que la renovación de dicha pastura está comprometida.

Según Lascano y Spain (1988), dependiendo del estado de degradación de la pastura, serán los objetivos de la restauración; así como también influyen el tipo de recursos limitantes y de los recursos disponibles. Estos objetivos comprenden: a) crear un sistema estable de producción de forraje, b) restaurar el vigor, la calidad y la productividad de una pastura, c) eliminar las malezas presentes, d) aumentar la cobertura del suelo para protegerlo, d) incrementar las poblaciones de especies deseables, e) introducir nuevas especies en la pastura o complementar con ellas.

La población de leguminosas es un factor clave para la persistencia de una pastura. Es así que se debe favorecer un estado de no equilibrio en el cual las leguminosas tengan asegurada una proporción de la mezcla. Para poder alcanzar este estado se debe lograr una reimplantación de las mismas mediante resiembras naturales del banco de semilla, o en su defecto a través de renovaciones con semilla agregada (Carámbula, 2004).

Según Carámbula (1991), existen diferentes estrategias para el rejuvenecimiento de una pastura, desde una simple fertilización fosfatada hasta intersembras de leguminosas en el tapiz.

El presente trabajo se centra precisamente en la renovación de pasturas mediante la intersiembra de especies nuevas.

2.7.1 Criterios generales a tener en cuenta en la renovación

Previo a cualquier tarea de renovación, el diagnóstico es fundamental, en forma precisa, del estado actual de la pastura. En tal caso se debe considerar las especies botánicas presentes (especies introducidas, malezas de difícil control, etc.), así como toda aquella información que contribuya a elaborar un diagnóstico de situación (Carámbula, 1996).

Dicho diagnóstico es de vital importancia ya que mediante el mismo se realiza una evaluación tanto biológica como económica de la conveniencia o no de dicha renovación (Ferrari, 2014).

Según Amadeo (2001), la implementación de una intersembría sobre praderas degradadas tiene lugar con el fin de prolongar la vida productiva de la mezcla ya implantada, y/o aumentar la producción de la misma.

2.7.1.1 Factores asociados a una buena implantación y persistencia de la renovación

La fase de implantación de las intersembrías no es menos crítica que la de una pastura sembrada recientemente. Según Carámbula (1991), en años considerados normales en el 40% de los casos se constataron problemas de implantación, mientras que años problemáticos en un 67% de las situaciones se registraron problemas.

Estos problemas de implantación se deben en muchos casos a que no se alcanzan las condiciones ambientales óptimas para la introducción de especies en el tapiz. Entre ellos se encuentran un mal contacto semilla-suelo, alta competencia del tapiz residente, deficiencias de fósforo, incorrecta fecha a la hora de sembrar y métodos de siembra que no son acorde a la situación presente (Carámbula, 1991).

Es imprescindible que al momento de realizar la intersembría el contenido de humedad del suelo sea tal que permita una adecuada germinación, de manera de disminuir el período siembra-emergencia. Lográndose de esta manera que las especies sembradas se establezcan rápidamente, disminuyendo así su etapa más sensible (Ferrari, 2014). La realización de una intersembría es una práctica agronómica acertada en el sentido de disminuir costos, preservar la estructura del suelo, reducir riesgos de erosión logrando de esta manera mantener el tapiz precedente; es así que si al momento de la siembra el contenido de agua del suelo es insuficiente no se lograrán los objetivos planteados.

2.7.1.2 Condiciones del ambiente a la siembra

Al momento de decidir la fecha de siembra se determinan las condiciones ambientales en las cuales las especies sembradas deberán germinar e implantarse, por lo que esta condiciona en gran medida el éxito o fracaso. La fecha óptima para realizar una renovación corresponde al inicio del otoño. Dicha fecha determina altas temperaturas que provoquen un rápido

desarrollo, esto es posible siempre y cuando no exista estrés hídrico en el suelo (Amadeo, 2001).

Según Robinson (1960), la temperatura provoca un efecto de cese de dormancia en la semilla, provocando la germinación. A su vez presenta un efecto sobre el desarrollo de los nódulos en las leguminosas promoviendo la fijación biológica de nitrógeno (Coll, 1994).

En contraposición las siembras tardías colocan al proceso de implantación en fecha de ocurrencia de bajas temperaturas las cuales causan un efecto de retraso en la germinación, y un menor crecimiento durante la implantación. A su vez el riesgo por muerte ocasionada por heladas aumenta (Bermúdez et al., 1996).

Carámbula et al. (1994), mencionan la importancia de pequeños espacios dentro de la pastura, denominados “nichos”, donde las plantas puedan desarrollarse favorablemente. Un nicho provee a la planta de condiciones favorables para la germinación y sobrevivencia de las plántulas.

“Varios autores han estudiado la compactación como impedimento físico para una implantación rápida y efectiva. Para Trifolium pratense, se ha encontrado información que indicaría que deprime su producción por efecto de la compactación, mientras que no sería el mismo caso para Lolium multiflorum” (Formoso, 2007).

2.7.2 Renovación por medio de la interseembra de nuevas especies

“Es importante aclarar que el método de interseembra consiste en la incorporación de especies forrajeras, mediante un mínimo de laboreo, respetando las ya existentes en el tapiz con el objetivo de aumentar la producción de biomasa y/o alargar la vida productiva de una pastura degradada. Esta incorporación puede ser tanto de especies valiosas que se han perdido, como de especies ya existentes que se encuentren en bajas densidades o simplemente la incorporación de nuevas especies de gran producción y calidad nutricional” (Ferrari, 2014).

El efecto de disminución del porcentaje de leguminosas en las mezclas luego del tercer año de vida es inevitable, mientras que conserva una gran proporción de gramíneas. Es así que la incorporación de leguminosas que mejoran la calidad forrajera final y contribuyen al crecimiento de las gramíneas forrajeras existentes mediante la fijación biológica del nitrógeno atmosférico es de gran significancia. Las especies más adaptadas a esta técnica son el trébol rojo, lotus, raigrás anual, cebadilla criolla y achicoria (Ferrari, 2014).

Una forma económica, eficiente y permanente de introducir nitrógeno al sistema es mediante la incorporación de leguminosas en la mezcla, ya que la ausencia de este nutriente es uno de los factores causantes de la degradación de las mezclas (Lascano y Spain, 1999).

Las praderas que evolucionan a festucas, no logran modificar los rendimientos de forraje mediante intersembras en relación al testigo por lo que no se aconseja la aplicación de esta tecnología en estas situaciones (Formoso, 2010).

En intersembras en las que la gramínea perenne es reemplazada por el raigrás anual, la mezcla se vuelve más precoz otorgando mayor producción de materia seca en menor tiempo, lo que permite pastoreos en el otoño del primer año. En el caso del trébol rojo, las intersembras presentan similar distribución de la producción. En cuanto a la persistencia de la intersemebra es menor en comparación a la vida del lotus, esto se debe a la corta vida del trébol rojo, el cual debido a enfermedades de raíz y corona no logra superar el segundo año con un stand de plantas aceptable (Carámbula, 1991).

2.7.3 Importancia de la fertilización

Es de suma importancia el agregado por medio de fertilizantes de los elementos minerales necesarios para lograr rendimientos satisfactorios de forraje en las pasturas. El nitrógeno es el nutriente vital que limita la producción de forraje y el fósforo es una de las principales llaves para resolver la disponibilidad de dicho elemento, a través de su efecto beneficioso sobre el crecimiento de leguminosas. También ayuda a lograr una mejor eficiencia sobre el uso del nitrógeno aportado por ellas a las gramíneas asociadas o por el fertilizante nitrogenado a las gramíneas puras respectivamente (Carámbula, 2010c).

2.7.3.1 Importancia de la fertilización fosfatada

El fósforo es un macro nutriente esencial primario que compone sustancias orgánicas necesarias para la obtención de energía en las células vegetales, y así lograr la realización de los procesos vitales y reacciones metabólicas, entre otras funciones. La deficiencia de fósforo, impacta negativamente el crecimiento y el desarrollo de las pasturas (Carámbula, 2004).

La condición en la que se encuentra la pastura determina la respuesta a la fertilización, esta realidad resulta ser de gran impacto muy especialmente en

los casos en que se resuelva renovar una pastura en vías de degradación (Carámbula, 2010c).

A medida que aumenta la edad de la pastura la respuesta a la refertilización fosfatada (kg/ha de materia seca por unidad de P_2O_5) es cada vez menor. Sin embargo, la respuesta a la refertilización será mucho mayor si se opta por la renovación de dicha pastura (et al., citados por Carámbula, 2010c).

En un estudio se observó que la refertilización con fósforo permitió incrementar sensiblemente la contribución de las leguminosas y por lo tanto la producción total de la pastura (García et al., citados por Carámbula, 2010c).

Se debe tener presente que si bien el análisis de suelo es una herramienta muy importante para decidir las dosis de fósforo en cada refertilización, hay además otros factores que alteran estos resultados como se mencionaron anteriormente, el estado y condición de la pastura (Carámbula, 2010c).

2.7.3.2 Importancia de la fertilización nitrogenada

El nitrógeno (N) es un macro nutriente esencial, este nutriente ingresa al sistema suelo-planta, mediante dos entradas. La primera es la fijación biológica de nitrógeno (FBN) mediante la simbiosis rizobium-leguminosas y la segunda mediante los fertilizantes nitrogenados (Morón, 1994).

Carámbula (2010c), demostró que, al igual de lo que pasa con el fósforo, existe una menor eficiencia del uso de este nutriente a medida que las pasturas envejecen.

Algunos resultados muestran que la aplicación de nitrógeno tiende a mejorar la producción, persistencia y calidad especialmente de las gramíneas (Ayala et al., citados por Berretta, 1998).

El aporte del nitrógeno a leguminosas baja el porcentaje del mismo que proviene de los nódulos, pero maximiza la producción de los mismos, ya que plantas más vigorosas, producen más fotosintatos destinados a los nódulos (Alesandri, 2009).

Se observa un gran efecto de la fertilización nitrogenada sobre la productividad de las pasturas por sus efectos directos sobre la fisiología y morfología de las plantas forrajeras, estando la respuesta en términos de

crecimiento fuertemente afectada por las condiciones de medio ambiente (Wilman y Wright, 1983).

2.8 PRODUCCIÓN ANIMAL

2.8.1 Aspectos generales de la producción animal

La producción de carne está determinada por la cantidad y calidad de forraje que enfrenta el productor al manejar la pastura. La máxima calidad, digestibilidad, se observa a comienzo del estado vegetativo en la pastura, pero tienen baja cantidad de materia seca. A medida que continúa el desarrollo va perdiendo calidad y por ende baja el consumo animal, aunque el rendimiento en términos de materia seca es mayor. La solución está en donde se cruzan las curvas de digestibilidad con el rendimiento de materia seca, que es entorno a la época de la floración (Rovira, 2008).

El objetivo debe ser maximizar aquellas condiciones de manejo que mejor contemplen el compromiso permanente entre calidad, cantidad del forraje producido y su relación con el consumo. El mejor manejo es aquel que minimice la estacionalidad de la oferta forrajera, asocie disponibilidad con demanda de consumo, mantenga la más alta calidad de la pastura y optimice el manejo del pastoreo favoreciendo la persistencia de la misma (Rovira, 2008).

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

2.8.2 Relación entre consumo-disponibilidad-altura

La relación entre consumo de materia seca y cantidad de forraje se expresa gráficamente como una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo (Poppi et al., citados por Cangiano, 1997). Se observa en la misma una parte ascendente donde el consumo es limitado por la capacidad de cosecha del animal. Es decir, los factores no nutricionales como lo son el tiempo de pastoreo (minutos por día), la tasa de bocados (bocados por minuto) y el peso de bocado (gramos), es afectado por la selección de la dieta y la estructura de la pastura. En la parte asintótica de la curva, los factores que empiezan a determinar 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.

Según Hodgson, citado por Carrera et al. (1996), la relación entre forraje disponible, consumo y comportamiento animal es curvilínea, ocurriendo aumentos decrecientes de dichos parámetros frente a cada aumento en el forraje disponible hasta un máximo, que generalmente ocurre en disponibilidades 3 o 4 veces mayor al volumen de forraje consumido.

Se constató la existencia de una relación positiva entre ganancia de peso vivo y disponibilidad de forraje en distintos trabajos (Chacon et al., Marsh, Jamieson y Hodgson, citados por Agustoni et al., 2008).

El consumo en pastoreo puede ser expresado como el producto de la tasa de consumo (gramos/minuto) y el tiempo de pastoreo efectivo. La tasa de consumo, a su vez, puede ser descompuesta como el producto entre la tasa de bocados y el peso de cada bocado individual (Allden y Whittaker, citados por Agustoni et al., 2008).

La intensidad de pastoreo está directamente relacionada con la ganancia de peso vivo por animal y por hectárea. Presiones que permitan una alta disponibilidad de forraje por animal y posibilidad de realizar pastoreo selectivo lograrán una mejora en el comportamiento individual comparado a presiones más altas, que son las que maximizan la producción por hectárea (Mott, 1960).

La calidad de lo consumido depende de la oportunidad del animal de seleccionar las plantas y las partes de estas con mayor valor nutritivo. Esta oportunidad de seleccionar es, a su vez, función de la cantidad total de biomasa aérea verde disponible para cada animal (Nabinger, 1996).

Según Hodgson (1990), las características de las pasturas que mayor impacto tienen sobre la disponibilidad son la altura y la estructura. La altura es un componente determinante del consumo animal y provoca un efecto importante en el comportamiento ingestivo y en la productividad animal. Bajo un sistema rotacional, el forraje consumido y la productividad animal empiezan a declinar cuando la altura del forraje es menor a diez centímetros.

2.8.3 Relación oferta de forraje – consumo

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).

La producción animal, siempre y cuando los factores intrínsecos del animal no sean limitantes, es afectada a través de la selección de la dieta y la estructura de la pastura, donde el consumo es muy sensible a cambios en la masa vegetal, oferta de forraje y altura, de manera que pequeñas variaciones en cualquiera de éstas tendrá gran efecto (Cangiano, 1997).

Al aplicar diferentes asignaciones de forrajes (AF) existen cambios en la calidad de lo que los animales consumen debido a que tiene una menor o mayor posibilidad de selección (Dalley et al., 1999).

Se registró una respuesta significativa en la ganancia de peso de novillos cuando la altura del tapiz remanente se incrementó de 8 cm (AF baja) a 15 cm (AF alta) sobre praderas durante la primavera (Rovira, 2005a).

Mayor asignación de forraje en el rango de 4 a 15% del peso vivo (PV) durante el periodo invernal en terneros determinó mayor ganancia diaria de peso de los terneros, mayor altura del tapiz, menor utilización del forraje ofrecido, incremento del peso vivo de los terneros a la salida del invierno, mayor producción de peso vivo por superficie, valores más altos del área de ojo de bife y de espesor de grasa medido por ultrasonografía al año de edad (Rovira, 2005b).

Datos de Rovira (2005a), muestran que novillos Hereford y cruza Aberdeen Angus de 317 kilogramos (kg) en promedio, pastoreando una pradera de segundo año de *Trifolium repens*, *Lolium multiflorum*, *Lotus corniculatus* y *Dactylis glomerata* en el período noviembre-enero, con asignación de forraje diaria promedio de 5; 9 y 15% del peso vivo, obtuvieron ganancias medias diarias individuales de 0,85; 1,096 y 0,990 kg/animal/día respectivamente, logrando producciones de 161, 141 y 99 kg/ha de peso vivo.

En una pastura perenne de primer año pastoreada con novillos Holando Fernández y Foglino (2009), obtuvieron ganancias de 2 kg/animal/día y una ganancia total de 165 kg/animal en el período analizado con una asignación de forraje de 6% (6 kg MS/100 kg de peso vivo) que es una asignación en que se logra buena productividad animal y de la pastura. La producción total de carne por hectárea fue de 406 kg.

Agustoni et al. (2008), trabajando sobre una pradera de segundo año, compuesta de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, durante invierno-primavera, obtuvieron ganancias de 1,450 kg/animal/día, con animales sometidos a asignaciones de forraje de, 6 kg MS/100 kg de peso vivo, lográndose así producciones de carne entorno a los 530 kg/ha.

Almada et al. (2007), encontraron ganancias medias diarias 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 Holando pastoreando una pradera de primer año compuesta por *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES

3.1.1 Lugar y período experimental

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay) en el potrero No. 34 (Latitud 32° 22' 30,98" S y Longitud 58° 03' 46,00" O). Realizado a partir del 26 de junio hasta el 3 de diciembre de 2019.

3.1.2 Información meteorológica

Uruguay se ubica en una región de clima templado-subtropical, con un régimen de precipitaciones isohígro y un promedio de precipitación mensual para la zona de 101 mm (1200 mm anuales, MDN. DNM, 1996).

Según Berretta y Bemhaja (2001), la temperatura media en el Uruguay presenta variabilidad de acuerdo a la zona, entre 16 °C para el sureste y 19 °C para el norte. En referencia a la época del año en el mes más cálido (enero), las temperaturas varían entre 22 °C y 27 °C, mientras que para el mes más frío del año (julio), las temperaturas varían desde 11 °C a 14 °C respectivamente para cada región.

3.1.3 Descripción del sitio experimental

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (Altamirano et al., 1976), el experimento se situó sobre la formación geológica Fray Bentos, específicamente sobre la unidad San Manuel. Los suelos dominantes son Brunosoles Éutricos Típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosos (limosa), asociados a Brunosoles Éutricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz solodizados melánicos de textura franca.

3.1.4 Antecedentes del área experimental

El experimento fue evaluado sobre una pradera compuesta inicialmente por *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé (15 kg/ha), *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel (8 kg/ha) y *Trifolium repens* cv. Zapicán (2 kg/ha), en su 5º. año sembrada el 23 de mayo de 2014.

Para la siembra se realizó una aplicación de 470 cc/ha de flumetsulam y 2,4 DB a pos-emergencia, para el control de *Echium plantagineum*. Se fertilizó con 100 kg/ha de superconcentrado nitrogenado (7-40/40-0+5S+8Ca), repitiendo la dosis anualmente hasta el tercer año inclusive.

El 6 de agosto se realizó una refertilización con 100 kg/ha urea granulada (46-0/0-0). En el segundo y tercer año se aumenta y fracciona la dosis, realizando 2 aplicaciones de 70 kg/ha de urea en mayo y agosto respectivamente.

El pastoreo previo a la intersembría se realizó con novillos jóvenes de la raza Holando, tanto hembras como machos. En el mismo se ha buscado desde entonces el ingreso de los animales con una altura de hasta 20 cm máximos y 15 cm mínimos en primavera e invierno respectivamente. En cuanto a salida de los animales se busca que sea con un máximo de 7 cm en primavera y un mínimo de 5 cm en invierno de remanente.

Muestreos realizados antes de la siembra no mostraron diferencias significativas en producción de forraje, altura y composición botánica en las parcelas ya existentes en el área experimental.¹

Las intersembrías se realizaron el 6 de junio de 2018. Se sembró el raigrás en la línea, con una sembradora de chorrillo y el trébol rojo al voleo, con el mismo mecanismo de dosificación. La fecha de inicio del pastoreo fue el 9 de octubre de 2018 mediante el mismo criterio mencionado anteriormente, utilizando vaquillonas de la raza Holando.

3.1.5 Tratamientos

Se realizaron 4 tratamientos.

Tratamiento 1 (T1), se realizó una intersembría de *Lolium multiflorum* cv. Winter Star 3, con una densidad de 15 kg/ha en conjunto con 6 kg/ha de *Trifolium pratense* cv. E. 116. A este tratamiento se lo fertilizó a la siembra con

¹ Quintero, L.; Silva, F. 2019. Com. personal.

100 kg/ha de DAP- fosfato di-amónico (18-46/46-0). A su vez en macollaje también se le agregó urea granulada (46-0/0-0) a una dosis de 100 kg/ha .

Tratamiento 2 (T2), se realizó una intersembra de *Lolium multiflorum* cv. Winter Star 3, con una densidad de 15 kg/ha en conjunto con 6 kg/ha de *Trifolium pratense* cv. E. 116. A este tratamiento se lo fertilizó a la siembra con 100 kg/ ha de DAP- fosfato di-amónico (18-46/46-0) únicamente.

Tratamiento 3 (T3), se realizó una intersembra de *Lolium multiflorum* cv. Winter Star 3, con una densidad de 15 kg/ha en conjunto con 6 kg/ha de *Trifolium pratense* cv. E. 116. A este tratamiento no se le realizó ninguna fertilización.

Tratamiento Control (C), el cual no fue sembrado ni fertilizado.

3.1.6 Diseño experimental

Se eligió un diseño en bloques completos al azar (DBCA). Se dividió el área de 4,86 hectáreas en tres bloques, representando una repetición cada uno de ellos, dejando el área del bajo como buffer (ver figura No. 1). Los bloques fueron fraccionados teniendo en cuenta la topografía, pendiente y orientación de la ladera, por lo que los mismos eran diferentes entre sí. Estando presente dicha disposición anteriormente mencionada previo a la siembra en los tratamientos.

Cada bloque fue dividido en 4 parcelas de iguales dimensiones. De esta manera se situaron 3 bloques con cuatro tratamientos, cada uno de ellos designado al azar dentro del mismo.



Bloques con sus respectivas parcelas y tratamientos

Figura No. 1. Esquema del potrero No. 34

El inicio del pastoreo para esta evaluación comenzó el 26 de junio de 2019, el mismo fue rotativo, determinándose el período de descanso y de ocupación de acuerdo a la altura de forraje en la parcela. Se utilizaron 16 novillos de la raza Holando de 299 kg PV promedio, colocando 4 animales en cada parcela

De acuerdo a la estación se diferencian dos estrategias de manejo del pastoreo. En primavera se busca que los animales ingresen con un máximo de 20 cm y la salida de los mismos con un máximo de 7 cm. En el caso del invierno se intenta que los novillos ingresen con un mínimo de 15 cm y salgan con un mínimo de 5 cm. De forma de mantener una asignación de forraje entre 5 y 7 % considerados como no limitantes para una adecuada ganancia animal (Almada et al. 2007, Agustoni et al. 2008).

3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Se realizaron distintas mediciones para cuantificar la producción de forraje de las especies introducidas con los distintos manejos de fertilización, y a su vez la composición de especies botánicas presentes. Además, se registró la evolución del peso de los animales, obteniéndose así la ganancia total e individual lograda durante el período según el tratamiento asignado. De esta manera se logra hallar la producción en kg PV/ha del período.

3.2.1 Mediciones de las principales variables

A continuación, se describen los métodos utilizados en la medición de las principales variables estudiadas en este experimento.

3.2.1.1 Forraje disponible y remanente

Para determinar la producción de MS de los distintos tratamientos se utilizaron los parámetros de forraje disponible y forraje remanente en las parcelas. Se entiende por forraje disponible a la cantidad de forraje (expresado como kg de MS/ha) al momento de ingreso de los animales. El forraje remanente es la cantidad de forraje que se encuentra luego de retirar los animales de la parcela.

Para medir la materia seca de forraje presente, se utilizó el método de doble muestreo propuesto por Haydock y Shaw (1975) modificado. Se referenciaron 12 puntos de escala visual (1 menor altura; 12 mayor altura) de acuerdo a las características de la pastura, para contemplar las variaciones en cantidad de forraje dentro de la parcela.

Cada muestra se obtuvo mediante la realización de cortes al ras del suelo (dejando 1 cm de altura), utilizando una tijera de aro y cortando dentro de cuadros de 50 cm de largo y 20 cm de ancho. Se tomaron las correspondientes muestras por parcela y por medición. Las muestras se pesaron en fresco y luego de 48 horas en una estufa de circulación forzada de aire a 60 °C se determinó el peso seco (MS) de las mismas. Este mecanismo se lleva a cabo sin realizar ninguna separación de los diferentes componentes de la muestra.

Utilizando dichos datos se procedió a calcular la disponibilidad de forraje en la parcela (expresado en kg MS/ha), mediante las ecuaciones de regresión que relaciona la altura del forraje con los kg/ha de MS, donde

y=biomasa y x=puntos de altura. Mediante la realización de dicha regresión se obtuvieron los datos de R², p-valor y la correspondiente línea de tendencia.

En la ecuación se sustituyó el valor “x” por el factor “c” (la pendiente), con el valor promedio de altura y se obtuvo la disponibilidad o remanente de kg MS/ha en la parcela.

3.2.1.2 Altura del forraje disponible y remanente

Para determinar la altura se realizaron cuarenta mediciones por tratamiento utilizando el marco rectangular se caminó por las diagonales de cada parcela y cada cinco pasos se colocó el rectángulo elegir donde caería. Se midió 3 veces dentro del rectángulo, una en el centro y dos en cada vértice. El criterio tomado fue contabilizar el punto de contacto de la regla con la lámina de la hoja verde más alta (Barthram, 1986). En la apreciación visual de los estratos también se realizaron 3 mediciones de altura por muestra, de las cuales se determinó mediante un promedio la altura para cada estrato. Mediante un promedio de todas las mediciones se obtuvo la altura promedio de la parcela. Este procedimiento se llevó a cabo para determinar la materia seca antes del pastoreo (forraje disponible) y posterior al pastoreo (remanente).

3.2.1.3 Producción de forraje

La producción de forraje en kilogramos de materia seca por hectárea se determinó mediante la diferencia calculada entre el forraje disponible y forraje remanente, ajustando por la tasa de crecimiento diaria ponderada por los días de ocupación de dicha parcela (Campbell, 1966).

3.2.1.4 Materia seca desaparecida

Refiere al material vegetal que desaparece entre una medición y la siguiente. Se calcula como la diferencia entre el disponible y el remanente (Campbell, 1966).

3.2.1.5 Porcentaje de utilización

El porcentaje de utilización es la cantidad de forraje desaparecido en relación al forraje disponible expresado en base 100.

3.2.1.6 Composición botánica

Refiere a la participación porcentual de cada fracción (gramíneas, leguminosas y malezas) en el tapiz. Mediante la apreciación visual de cada muestra dentro del rectángulo ya mencionado, se evaluó la proporción en biomasa de cada una de las fracciones (gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos) que componen el forraje disponible y el remanente (Brown, 1954). También se contabilizó el área de suelo desnudo presente en el rectángulo.

3.2.1.7 Peso de los animales

El peso de los animales fue determinado individualmente utilizando una balanza electrónica. Las mediciones fueron realizadas temprano en la mañana con previo ayuno y restricción de agua. Las respectivas pesadas fueron realizadas los días 26/06/2019; 3/10/2019 y 3/12/2019.

3.2.1.8 Ganancia de peso media diaria

La ganancia de peso media diaria individual (kg/animal/día) de los novillos, fue calculada mediante una división de la ganancia total del período por parte del animal, entre la totalidad de los días de duración del experimento.

3.2.1.9 Oferta de forraje

La oferta de forraje se calculó como los kilos de materia seca disponible en la parcela por día cada 100 kg de peso vivo animal.

3.2.1.10 Producción de peso vivo por hectárea

Para determinar los kilos de peso vivo producidos por hectárea (kg de PV/ha), se dividió la ganancia (peso vivo final menos peso vivo inicial) entre la superficie (ha). Este cálculo se determinó por separado para cada tratamiento, hallándose la producción de peso vivo por hectárea para cada uno de éstos.

3.3 HIPÓTESIS PROPUESTAS

3.3.1 Hipótesis biológica

1) El grado de intensificación de los factores de producción de la renovación de la pastura, tiene efecto sobre la producción de materia seca.

2) El grado de intensificación de los factores de producción de la renovación de la pastura, tiene efecto sobre la composición botánica.

3) El grado de intensificación de los factores de producción de la renovación de la pastura, tiene efecto sobre la producción carne.

3.3.2 Hipótesis estadística

$H_0: T_1=T_2=T_3=T_4$

H_a : existe al menos una diferencia entre el efecto de los tratamientos en las variables estudiadas.

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT, en el cual se ingresaron los datos para realizar el análisis de la varianza, y en caso de encontrar diferencias entre tratamientos las mismas se estudiaron mediante el análisis comparativo de Tukey con una probabilidad de 10%.

3.4.1 Modelo estadístico para la producción vegetal

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \alpha_j + \beta_k + \epsilon_{ijk} \text{ con } \epsilon_{ijk} \text{ iid } \sim N(0; \sigma^2)$$

Dónde:

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

$j = 1; 2$ momentos de pastoreo.

$k = 1; 2; 3$ bloques.

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

μ – media poblacional.

T_i – efecto tratamiento ($T_1; T_2; T_3; T_4$).

α_j – efecto del momento (inv.; prim. y total).

β_k – efecto del bloque ($\beta_1; \beta_2; \beta_3$).

ϵ_{ijk} – error experimental.

3.4.2 Modelo estadístico para la producción animal

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

Donde: $i = 1; 2; 3; 4$ tratamientos.

Y_{i1} – es el valor de la ganancia de peso del i -ésimo tratamiento.

μ – media poblacional.

β_1 – covarianza del peso inicial.

T_i – efecto tratamiento ($T_1; T_2; T_3; T_4$).

ϵ_{i1} – error experimental.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

A continuación se presentan datos meteorológicos acordes a la zona donde se realizó el experimento. Los mismos son registros de temperatura y precipitaciones donde se comparan las condiciones al momento de la evaluación desde el mes de junio hasta diciembre (NOAA), en referencia a un promedio histórico 1982-2012 (Climate-data.org, 2012), lo que permite analizar las condiciones de crecimiento desde el punto de vista meteorológico que pueden repercutir en los resultados de las distintas variables analizadas.

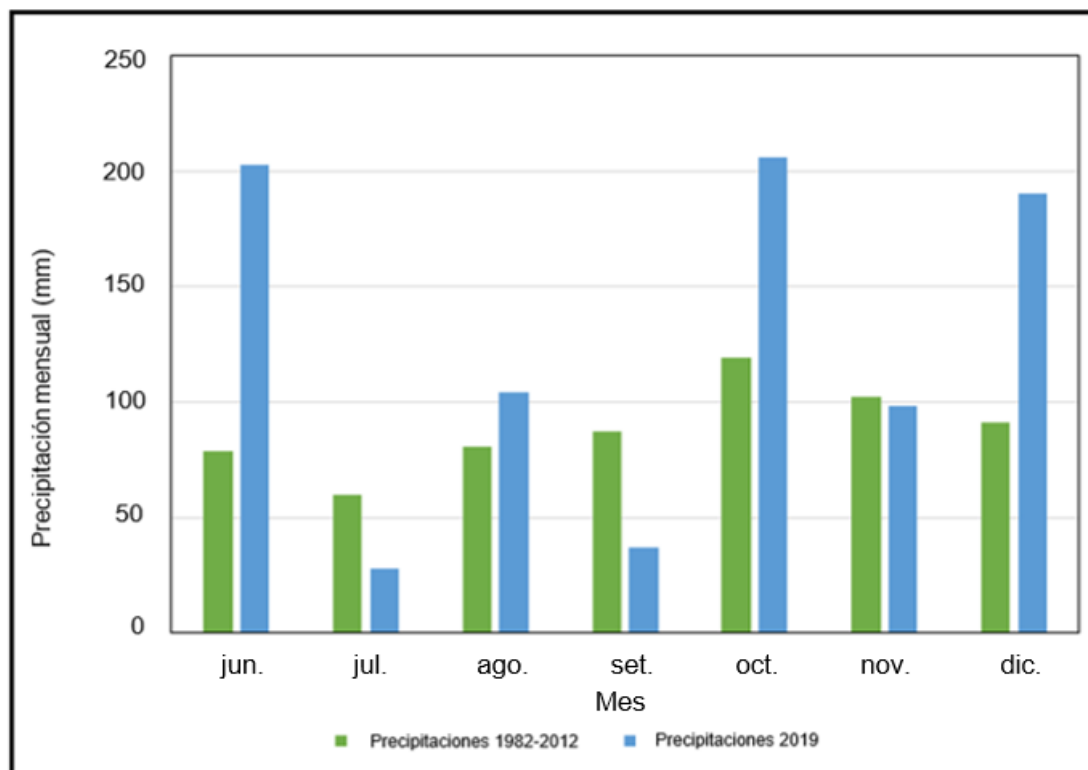


Figura No. 2. Registro de las precipitaciones acumuladas mensuales comparadas con el registro histórico

Se registró una gran variabilidad de las precipitaciones en la fecha de realización del experimento a comparación del promedio histórico (ver figura No. 2).

Como se puede observar los meses de junio, octubre y diciembre el fenómeno es considerablemente superior al registro histórico, 123, 87 y 99 milímetros (mm) respectivamente. En el caso de los meses de julio y setiembre se aprecia que las precipitaciones estuvieron claramente por debajo del promedio histórico 32 y 50 mm en cuestión.

Los registros acumulados para el período, determinan que el año bajo evaluación muestra una superioridad de 206 mm respecto del promedio histórico. Se realizó el balance hídrico para el período de evaluación (ver anexo No. 1) y no se evidencian meses de restricciones importantes en cuanto a disponibilidad de agua para la producción de forraje.

Los meses de excesos hídricos, en particular el mes de junio (ver anexo No. 1) donde la evapotranspiración es baja determinan problemas de anegamiento en zonas de escasa pendiente. Dicho fenómeno provoca condiciones desfavorables para el crecimiento vegetal debido a que la saturación del perfil del suelo genera anaerobiosis radicular, perjudicando los procesos llevados a cabo por las raíces de las plantas que componen la pastura. Debido a que el nitrógeno es un nutriente con dinámica móvil en el suelo, el exceso hídrico genera pérdidas (lixiviación, escurrimiento) del mismo en el sistema, disminuyendo su disponibilidad para las plantas.

En particular teniendo en cuenta las características de las especies y cultivares utilizados para la renovación de la pastura, en el caso del trébol rojo las condiciones de exceso de humedad contribuyen al desarrollo de hongos que provocan podredumbre de raíz y corona, siendo esta especie de alta susceptibilidad al desarrollo de esta enfermedad que determina mortandad de plantas lo que disminuye la producción y persistencia de la misma en la mezcla forrajera. En el caso de raigrás, el cultivar utilizado presenta una gran adaptación a las condiciones hídricas establecidas al momento de la evaluación, por lo cual no repercuten en la performance del mismo.

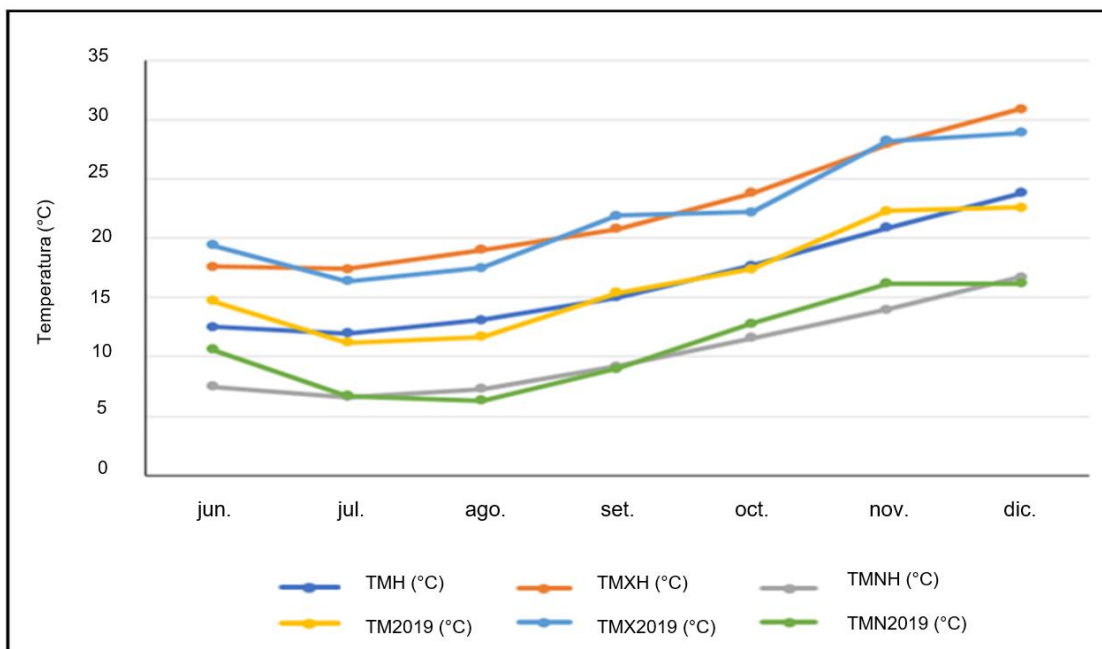


Figura No. 3. Registro mensual de las temperaturas comparadas con el registro histórico 1982-2012

Se observa en la figura No. 3 que en el caso de las temperaturas se registró una gran variabilidad en los meses de realización del experimento de acuerdo a lo esperado. Julio, agosto y diciembre registran temperaturas inferiores a la media histórica, 0,8; 1,4 y 1,2 °C respectivamente. Contrariamente a esto, se determinó que para los meses de junio, septiembre y noviembre las temperaturas medias se ubicaron 2,2; 0,4 y 1,4 °C respectivamente por encima del promedio histórico.

El cultivar de raigrás utilizado es una especie anual que presenta una muy buena resiembra natural, en el mes de junio se observan temperaturas medias 2,2 °C por encima de lo esperado, lo que predispone condiciones favorables para la implantación y desarrollo de las plántulas, aunque no es el único factor que afecta la misma.

A nivel general las condiciones de la región en esta época del año determinan que muchas de las especies utilizadas en las pasturas se expongan a temperaturas medias por debajo del óptimo para su crecimiento. Si bien esto es así, no determina que las pasturas reduzcan la producción considerablemente, sino que estarán por debajo del potencial. Tal es el caso de las especies utilizadas para la interseembra que, según Carámbula (2002a) el

rango óptimo para el crecimiento de *Lolium multiflorum* es de 18 a 20 °C y *Trifolium pratense* de 15 a 20 °C. Observando la figura No. 3 se puede decir que para los meses de julio y agosto registrando temperaturas medias inferiores al promedio histórico, la productividad de las especies mencionadas para estos meses puede verse reducida en referencia a un año promedio. Esto se puede revertir en los meses de septiembre y noviembre, donde las temperaturas se ubicaron por encima del esperado, dado que en primavera las especies se encuentran en activo crecimiento debido al pasaje a estado reproductivo y mayor radiación, el efecto de las mismas puede ser mayor en el aumento de la producción de forraje de lo que es el deterioro de la misma en los meses invernales.

4.2 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

En este capítulo se presentan los datos obtenidos para composición botánica durante la evaluación. Para realizar un análisis más detallado se diferencian dos períodos, invierno y primavera. Donde el primero refiere al período transcurrido desde el 26 de junio hasta el 17 de septiembre y el segundo comprende a partir del 18 de septiembre hasta el 9 de diciembre.

4.2.1 Composición botánica del disponible

4.2.1.1 Invierno

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la composición botánica del forraje disponible de los distintos tratamientos en la estación de invierno, expresados en porcentaje de cobertura.

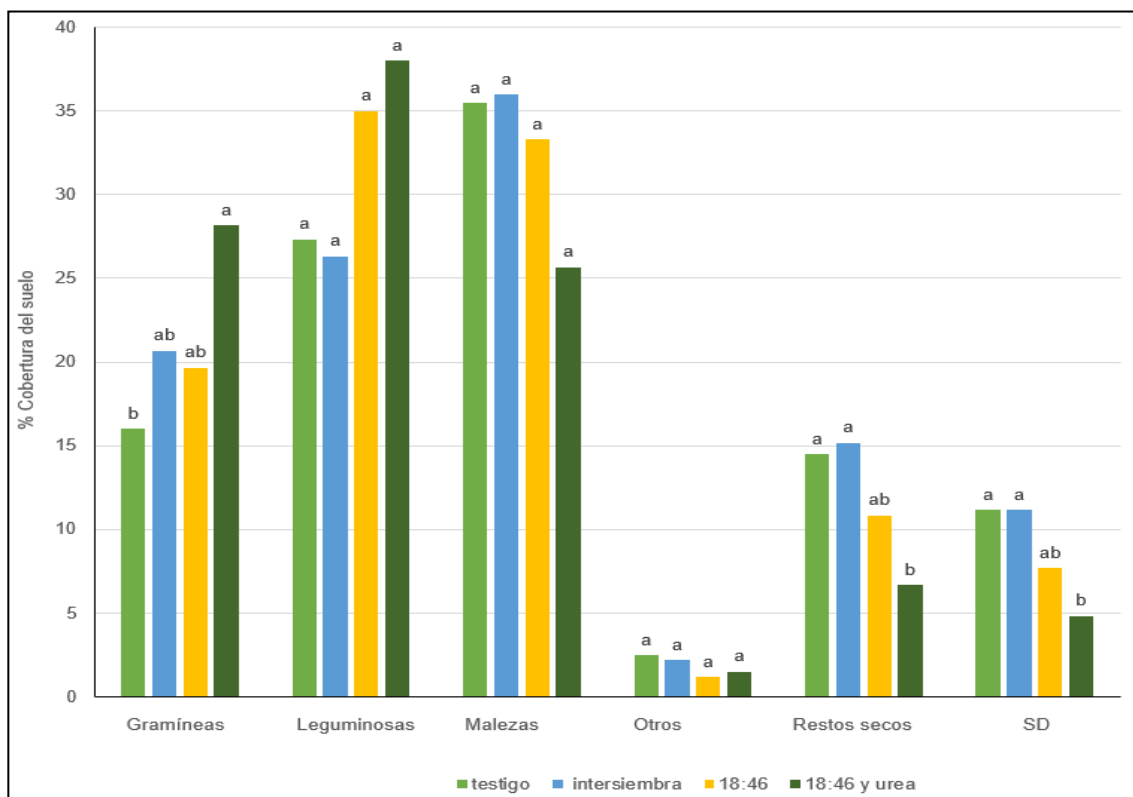


Figura No. 4. Composición botánica del disponible promedio por tratamiento para el período invernal

Como se observa en la figura No. 4, los tratamientos que presentaron diferencias significativas en cuanto a la composición botánica en gramíneas, fue el tratamiento testigo en relación al tratamiento con 18:46 y urea.

En el tratamiento con fertilización con urea y 18:46 se obtuvo el mayor porcentaje de gramíneas, esto coincide con estudios que muestran que la aplicación de nitrógeno tiende a mejorar la producción, persistencia y calidad especialmente en éstas (Ayala et al., citados por Berretta, 1998).

Como se observaron diferencias significativas en gramíneas, en el cuadro No. 1 se muestra el impacto del raigrás sobre la cobertura del suelo ya que es la especie que compone la interseembra de esta pradera.

Cuadro No. 1. Porcentaje de cobertura promedio del raigrás en invierno

Tratamiento	Cobertura del suelo (%)
Int. + urea + 18:46	18,67 a
Intersiembra	12,67 ab
Int. + 18:46	11,5 ab
Testigo	9,83 b

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

Como se observa en el cuadro No. 1, existieron diferencias significativas, entre el tratamiento con fertilización urea y 18:46 en relación al testigo. Se observa una clara respuesta del agregado de nitrógeno. Esto puede ser explicado por el efecto sobre las variables morfo-genéticas y estructurales de esta especie. Esto coincide con estudios en raigrás en donde el impacto del nitrógeno sobre el crecimiento está dado por un aumento en el índice de área foliar, a través de un incremento en la tasa de macollaje, que es el componente principal de la respuesta al nitrógeno en invierno (Mazzanti et al., 1997)

En lo que respecta a restos secos se observan diferencias significativas del tratamiento con urea y 18:46 en relación al testigo. Esta menor cantidad de restos secos observado entre los tratamientos podría ser explicado por condiciones de deficiencia de nitrógeno. En esta situación Thomas y Stoddart (1990), Perdomo y Barbazán (1999) encontraron una reducción del número de hojas vivas por macollo, debido a una senescencia programada por la movilización del nitrógeno desde hojas más viejas hacia los órganos más jóvenes. Otra de las razones, el efecto del nitrógeno estimuló el crecimiento de las especies invernales de tipo productivo fino (ejemplo raigrás) lo que determinó mayor proporción de material verde; contrario a esto si bien no se encontraron diferencias significativas en la cobertura de malezas, la presencia de especies C4 (menor valor forrajero) las cuales se encuentran mayormente en reposo en el período de evaluación, determina una mayor proporción de restos secos en comparación a los tratamientos con agregado de nitrógeno.

Con respecto al suelo desnudo se observan diferencias significativas en el tratamiento con urea y 18:46 en relación al tratamiento testigo y con intersiembra.

El porcentaje de suelo desnudo como se observa en el tratamiento control y con intersiembra superó el 10%, por lo que se puede decir que los

distintos componentes de la pastura no generan la cobertura suficiente y dejan grandes espacios vacíos donde se puede generar colonización de malezas.

Con respecto a los tratamientos en donde se observa el menor porcentaje de suelo desnudo que son los tratamientos con urea y 18:46, está asociado directamente con la fertilización la cual mejora la producción tanto en gramíneas como leguminosas, provocando que estas dejen menos suelo descubierto. Según Carámbula (2010c), el nitrógeno es el nutriente que limita la producción de forraje y el fósforo resuelve la disponibilidad de dicho elemento, a través de su efecto benéfico sobre el crecimiento de leguminosas. Esto estaría explicando la mayor cobertura del suelo debido al mayor crecimiento de leguminosas y el incremento de macollos en gramíneas por la mayor disponibilidad de nitrógeno.

4.2.1.2 Primavera

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la composición botánica del forraje disponible de los distintos tratamientos en la estación de primavera, expresados en porcentaje de cobertura del suelo.

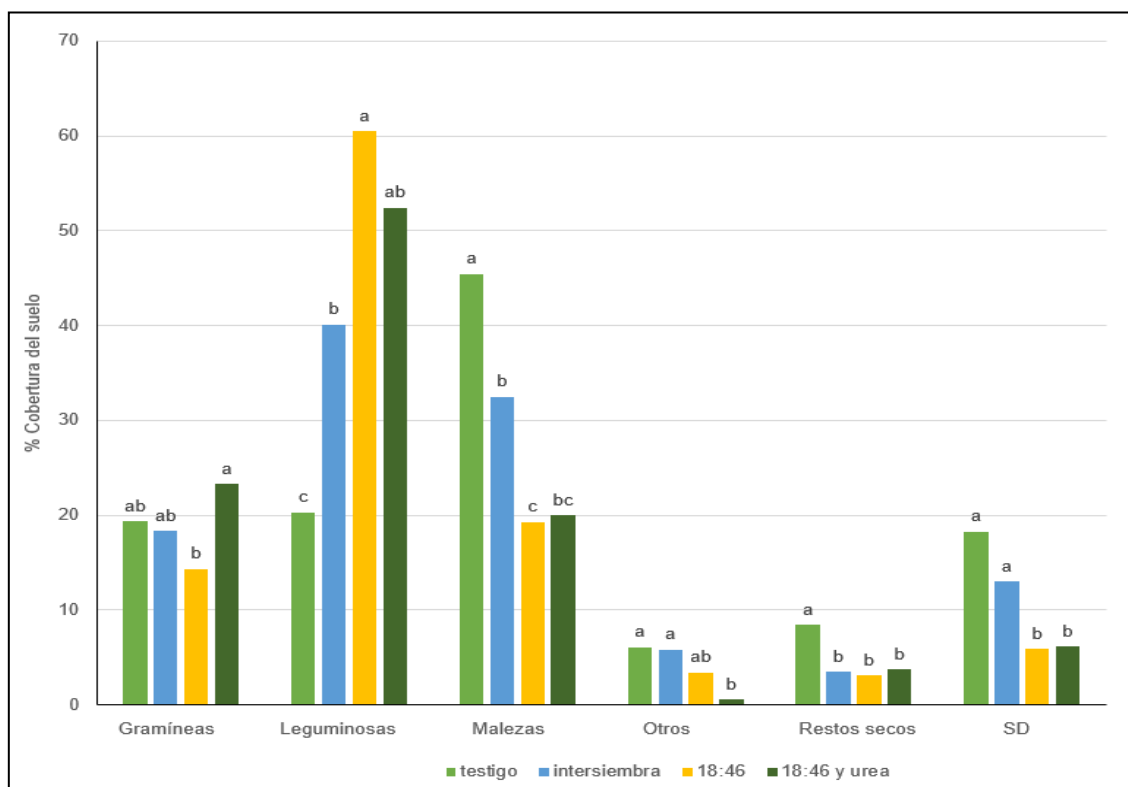


Figura No. 5. Composición botánica del disponible promedio por tratamiento para el período primaveral

Al observar la figura No. 5, los tratamientos que presentaron diferencias significativas en cuanto a la composición botánica en gramíneas, fue el tratamiento con 18:46 en relación al tratamiento con urea y 18:46.

Las diferencias encontradas entre el tratamiento con urea y 18:46 y el tratamiento 18:46 son atribuibles al efecto de la fertilización nitrogenada sobre las gramíneas. Esto se demostró en estudios en donde la fertilización nitrogenada tiene un gran impacto en el aumento del índice de área foliar a través de un incremento en la tasa de elongación foliar, que es el principal componente en la respuesta al nitrógeno en la primavera (Mazzanti et al., 1997).

Con respecto al suelo desnudo se observan diferencias significativas en ambos tratamientos con fertilización en relación al tratamiento testigo y con intersembra. El porcentaje de suelo desnudo supera el 10 % en el tratamiento testigo y con intersembra, esto genera grandes espacios vacíos los cuales son colonizados por malezas. Esto coincide con estudios en donde se observó que

la fertilización nitrogenada mejora la producción especialmente de las gramíneas (Ayala et al., citados por Berretta, 1998). También la fertilización fosfatada permite incrementar sensiblemente la contribución de las leguminosas y por lo tanto la producción total de la pastura (García et al., citados por Carámbula, 2010c). Esto lleva a obtener mayores volúmenes de forraje dejando menores porcentajes de suelo desnudo, teniendo menores problemas en posteriores colonizaciones de malezas y otros problemas asociados a la pastura.

En cuanto a las leguminosas se ven claramente diferencias significativas entre los tratamientos, en el cuadro No. 2 se muestra el impacto del trébol rojo en la cobertura ya que es una de las especies que compone la intersiembra.

Cuadro No. 2. Porcentaje de cobertura promedio del trébol rojo en primavera

Tratamiento	Cobertura del suelo (%)
Int. + urea + 18:46	33 a
Int. + 18:46	33 a
Intersiembra	21 b
Testigo	4 c

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

Se encontraron diferencias significativas de los tratamientos urea y 18:46, y 18:46 con respecto al int. y testigo, y además el tratamiento int. fue significativamente superior al testigo. Esto es explicado claramente por el efecto de la incorporación del trébol rojo a esta pradera. Es sabido que la disminución del porcentaje de leguminosas en las mezclas luego del tercer año de vida es inevitable, la intersiembra del trébol rojo mejora tanto la contribución de las leguminosas en esta estación como también la calidad forrajera y crecimiento de las gramíneas mediante la fijación biológica del nitrógeno atmosférico. Además las diferencias encontradas entre los tratamientos con fertilización en relación al con intersiembra son explicados por el efecto de la fertilización fosfatada la cual determinó mayor contribución de trébol rojo en estos tratamientos. La explicación se puede abordar por la ausencia del nutriente fundamental en las pasturas integradas por leguminosas como lo es el fósforo. Las leguminosas poseen menor eficiencia en la absorción de dicho nutriente en comparación a las gramíneas, debido a su pobre sistema radicular para la absorción del mismo. Esto determina que si se desean mantener pasturas con

un stand de leguminosas adecuado sean necesarias fertilizaciones anuales que aseguren un suministro de fósforo suficiente para las mismas.

4.2.2 Composición botánica del remanente

4.2.2.1 Invierno

En la figura No. 6 se presentan los resultados obtenidos de la composición botánica del forraje remanente de los distintos tratamientos en la estación de invierno, expresados en porcentaje de cobertura del suelo.

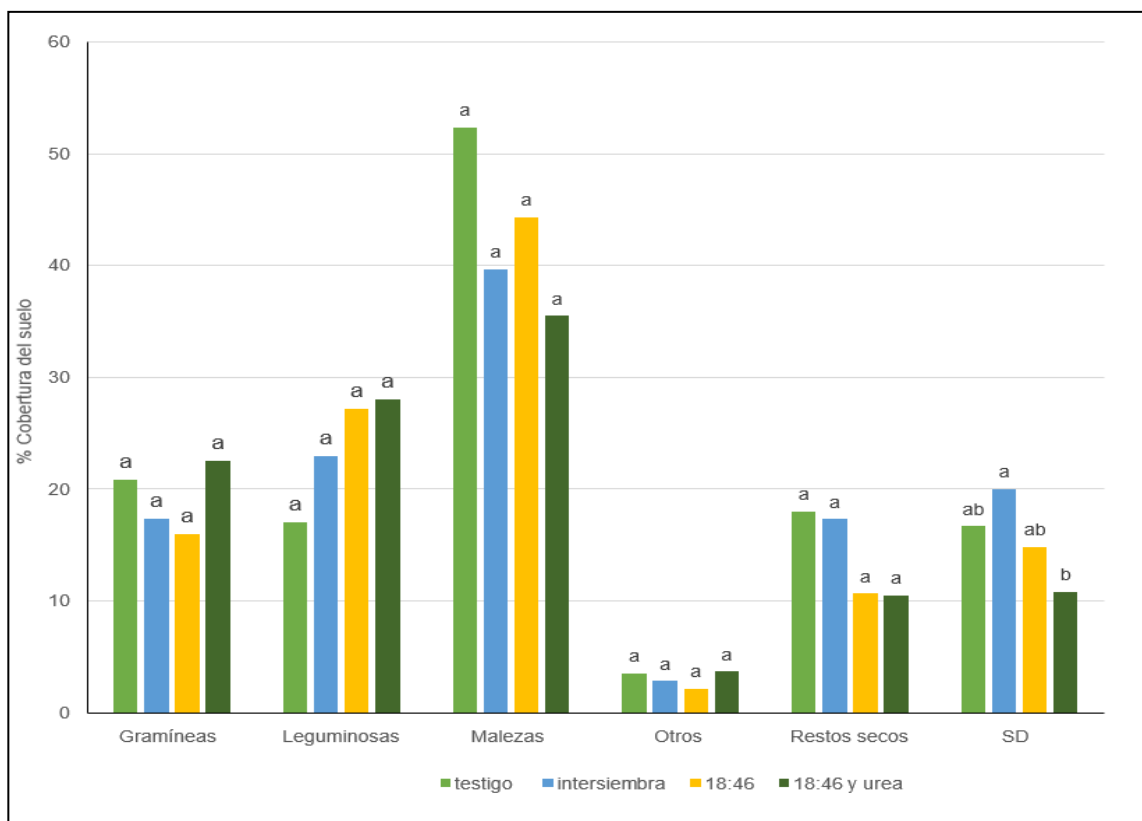


Figura No. 6. Composición botánica del remanente promedio por tratamiento para el período invernal

Se puede observar que no hay efecto tanto de la inclusión de especies como los métodos de fertilización en la composición de especies del tapiz remanente luego del pastoreo.

En el suelo desnudo se observan diferencias significativas en el tratamiento con 18:46 y urea en relación al tratamiento con intersembra. Esto es explicado por el efecto en la mayor producción en gramíneas debido principalmente al nitrógeno y en las leguminosas por la fertilización fosfatada.

Se observa que en los tratamientos con fertilización, la mayor disminución en la proporción de las leguminosas es debido al pastoreo, lo cual puede ser explicado por la mayor cantidad de especies de mejor calidad y palatabilidad. Esto determina una disminución más pronunciada en las leguminosas y un porcentaje del tapiz mayor ocupado por las gramíneas.

La pastura sufrió cambios debido al pastoreo tanto en la composición botánica y en el porcentaje de los componentes que conforman el tapiz. Se puede concluir que disminuyó drásticamente el porcentaje de leguminosas luego del pastoreo. Esto se debe a la selectividad, en donde el animal prefiere el consumo de forrajes con mayor calidad como lo son las leguminosas en relación a las gramíneas. Esto coincide con estudios realizados por Blaser et al., citados por Álvarez y Apolinario (2012), quienes constataron que altas asignaciones de forraje le permite al animal seleccionar el forraje con mayor digestibilidad, mayor contenido de proteína y menor porcentaje de fibra.

4.2.2.2 Primavera

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la composición botánica del forraje remanente de los distintos tratamientos en la estación de primavera, expresados en porcentaje de cobertura del suelo.

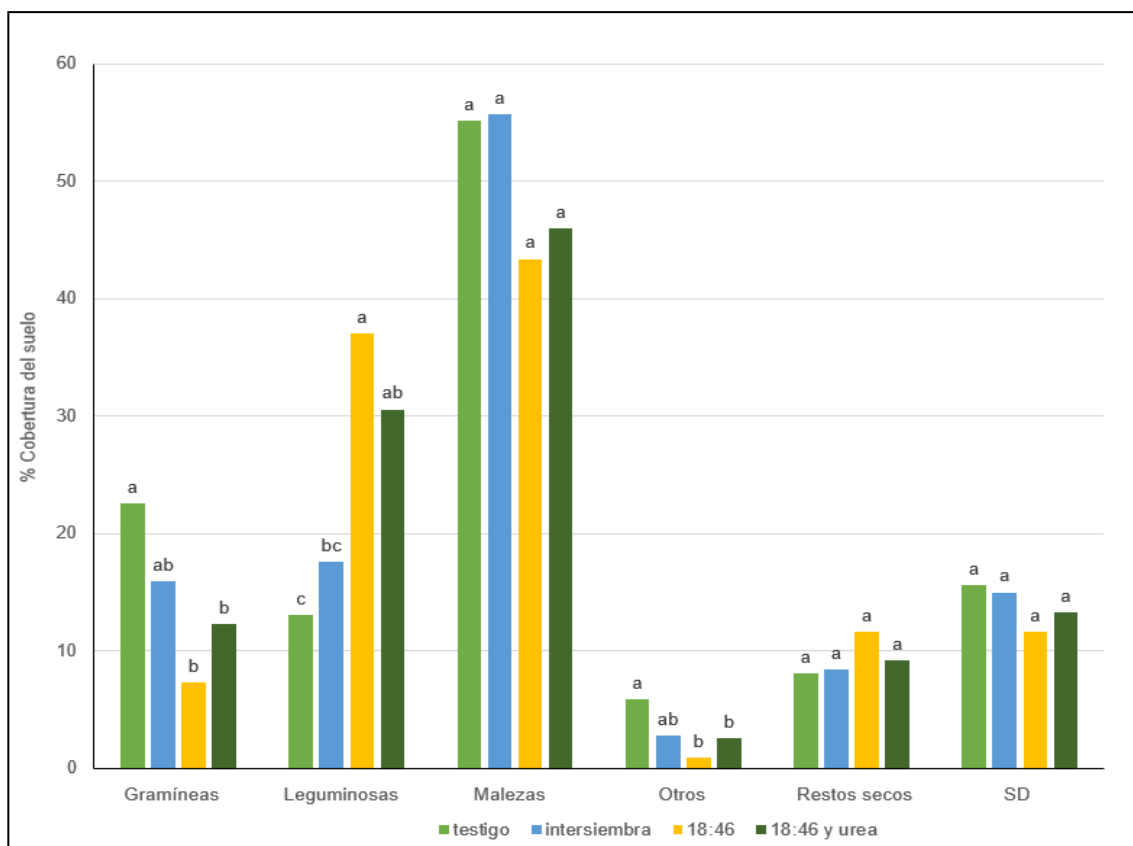


Figura No. 7. Composición botánica del remanente promedio por tratamiento para el período primaveral

Con respecto a la composición del forraje remanente se observa por un lado en cuanto a las gramíneas diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento testigo y los tratamientos con fertilización. En el tratamiento testigo en el cual no hubo introducción de una especie de tipo productivo fino y no se realizaron fertilizaciones nitrogenadas el porcentaje de cobertura correspondiente a este grupo es mayormente explicado por festuca, la cual según Carámbula (2002a) con el transcurso de los años y de acuerdo al manejo efectuado manifiesta un endurecimiento y pérdida de calidad, y es menos apetecible por los animales los cuales prefieren sobrepastorear otro grupo de plantas como lo son las leguminosas. Dicho efecto se observa en las barras correspondientes a la fracción leguminosa, las cuales denotan una menor proporción de cobertura de éstas en los tratamientos testigo y en el tratamiento interseembra. Una de las posibles causas en el tratamiento solo con interseembra y testigo de esta fracción se explica por medio del efecto animal, los cuales ejercen una mayor presión de pastoreo sobre este grupo de plantas y

al encontrarse en menor disponibilidad en dichos tratamientos en comparación de los tratamientos fertilizados, la disminución en referencia al disponible se da de manera más abrupta, lo cual se refleja en las diferencias encontradas.

4.3 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

A continuación se presentan los parámetros que refieren a la productividad de la pastura. En alguno de éstos, para realizar un análisis más detallado al igual que en el capítulo anterior, se diferencian dos períodos, invierno y primavera. Por último se evalúa el forraje producido y desaparecido para el total del período bajo estudio donde se relaciona con los parámetros explicados por estación.

4.3.1 Cantidad y altura del disponible

En este capítulo se presentan el promedio del forraje disponible (kg/ha) y la altura (cm) promedio para cada uno de los tratamientos dividido en estaciones y su respectivo análisis estadístico.

4.3.1.1 Invierno

En el cuadro No. 3 se presenta el forraje promedio disponible y la altura para cada tratamiento. Se muestra que la disponibilidad fue significativamente superior a favor del tratamiento con 18:46 y urea a comparación del testigo. En el caso de la altura se observan diferencias significativas del tratamiento con 18:46 y urea en relación al tratamiento con intersiembra y testigo.

Cuadro No. 3. Forraje disponible y altura promedio para el período invernal

Tratamiento	Disponible (kg/ha)	Altura (cm)
Int. + urea + 18:46	2167 a	12,62 a
Int. + 18:46	1619 ab	10,10 ab
Intersiembra	1604 ab	7,96 b
Testigo	1296 b	8,13 b

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

De acuerdo a los resultados se muestra la importancia del aporte de nitrógeno y fósforo para aumentar la producción de forraje, los resultados obtenidos concuerdan con lo planteado por Carámbula (2010c), quien afirma, que a partir del segundo año debido a la pérdida del componente leguminosa, las pasturas producen cada vez menos tanto en cantidad como en calidad, resultado de la falta de nitrógeno. Si bien es esperable que la introducción de trébol rojo pueda revertir este inconveniente, se puede afirmar que no es suficiente en esta época del año aumentar el forraje disponible únicamente con la intersembra y fertilización fosfatada, ya que estos tratamientos no presentan diferencias significativas con el testigo. Esto corresponde con lo mencionado por Boggiano y Zanoniani², quienes afirman que la cantidad de nitrógeno fijado en los nódulos de las leguminosas no es suficiente para cubrir sus propias necesidades en invierno debido a las condiciones de crecimiento (temperaturas bajas y menor radiación), por lo tanto el agregado de nitrógeno a través de fertilización promueve el crecimiento de las pasturas mezclas.

En el caso de la altura si bien no es exactamente igual a lo observado para la cantidad de forraje la tendencia es similar, lo que concuerda con lo afirmado por Hodgson, citado por Almada et al. (2007), quien menciona que la altura de forraje está relacionada con la cantidad de materia seca disponible.

Al efectuar el ingreso de los animales con mayor disponibilidad de forraje, la cantidad y altura de remante es mayor en comparación de los casos donde los mismos ingresan con menor disponibilidad. Teniendo en cuenta la altura del remanente (ver cuadro No. 9) los tratamientos con mayor altura presentan mayor capacidad de recuperación, ya que las plantas al ser defoliada el rebrote depende de las reservas acumuladas como del área foliar remanente, en el caso donde el remanente es bajo, el tiempo que transcurre entre dos pastoreos sucesivos no permite que las especies que componen la mezcla acumulen las suficientes reservas lo que es indispensable para pastoreos intensos que dejan una escasa área foliar remanente. Bajo estas condiciones el rebrote es más lento en los tratamientos que presenta menor altura de remanente, lo que determina una mayor altura del disponible en el tratamiento con urea y 18:46 a comparación del intersembra y testigo. Esto concuerda con lo obtenido por Bryant et al., citados por Almada et al. (2007), pasturas con menor remanente hacen que el rebrote sea lento debido a que el área foliar para el mismo es escasa no permitiendo un tiempo de descanso apropiado que permita a las plantas crecer a tasas altas por un tiempo suficiente.

² Boggiano, P.; Zanoniani, R. 2019. Com. personal.

Una de las razones de las diferencias encontradas en el forraje disponible se explica por la presencia de raigrás y trébol rojo resultado de la intersembra y la promoción mediante la fertilización.

En el caso de raigrás al observar el cuadro No. 4, se obtuvo que el tratamiento con urea fue significativamente superior a los demás tratamientos en los kg/ha de raigrás en el disponible.

Cuadro No. 4. Disponibilidad de raigrás para el período invernal

Tratamiento	Disponible (kg/ha)
Int. + urea + 18:46	399 a
Intersiembr	205 b
Int. + 18:46	182 b
Testigo	147 b

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

El raigrás anual se caracteriza por presentar una alta respuesta a la fertilización nitrogenada, además desde el punto de vista morfo-fisiológico la disponibilidad de este nutriente promueve la activación de las yemas axilares para generar nuevos macollos e incrementa la elongación foliar, lo que repercute directamente en los componentes de rendimiento de una pastura. Los resultados concuerdan con lo obtenido por Parsons y Chapman, citados por García Favre (2017), quienes determinaron que la disponibilidad de N incrementa la proporción de potenciales macollos que crecerán en yemas axilares.

Cuadro No. 5. Disponibilidad de trébol rojo para el período invernal

Tratamiento	Disponible (kg/ha)
Int. + urea + 18:46	313 a
Int. + 18:46	277 ab
Intersiembr	233 ab
Testigo	51 b

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

En la disponibilidad de trébol rojo, como se muestra en el cuadro No. 5 se obtuvieron diferencias significativas del tratamiento con urea y 18:46 con respecto al testigo.

Si se toma en conjunto el aporte de materia seca de los componentes de la intersiembra del tratamiento con 18:46 y urea a comparación del testigo, los mismos representan una superioridad de 500 kg de materia seca por hectárea. Los resultados obtenidos presentan relación con el estudio realizado por Enriquez Hidalgo et al., citados por García Favre (2017), en el cual se fertilizó una mezcla de trébol blanco y raigrás perenne con distintas dosis de N, encontraron que la fijación biológica de nitrógeno y el rendimiento de materia seca fue maximizado con aplicaciones de entre 60 a 120 kg N/ha.

4.3.1.2 Primavera

A continuación en el cuadro No. 6 se presenta la disponibilidad de forraje y altura para el período primaveral. En el caso del forraje disponible se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento con urea y 18:46 con respecto al de intersiembra y testigo. Con respecto a la altura de los tratamientos fertilizados fue significativamente superior al testigo.

Cuadro No. 6. Forraje disponible y altura promedio para el período primaveral

Tratamiento	Disponible (kg/ha)	Altura (cm)
Int. + urea + 18:46	4090 a	17,66 a
Int. + 18:46	3116 ab	16,36 a
Intersiembra	2233 b	12,79 ab
Testigo	2414 b	9,02 b

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

Como fue explicado en el punto anterior, en el disponible de invierno la fertilización con 18:46 y urea determinó mayor cantidad de forraje y mejores condiciones de crecimiento para las especies presentes en la pastura. El mayor vigor de la pastura por efectos de la fertilización del tratamiento con 18:46 y urea con respecto al tratamiento int. y el testigo determinó una promoción de las especies de mayor potencial productivo en detrimento de las especies de menor valor forrajero (ver figura No. 5), esto se traduce en mayor cantidad de forraje disponible.

Además al contar con menor forraje promedio disponible desde el invierno la cantidad de remanente que se maneja luego del pastoreo es menor en estos tratamientos, esto conlleva a una baja eficiencia fotosintética por una escasa área foliar para el rebrote de la pastura. Lo que coincide con Brougham, citado por de Souza y Presno (2013), referido a una mezcla de raigrás, trébol blanco y trébol rojo, observó que el rebrote estuvo relacionado con el porcentaje de luz interceptada por la pastura y consecuentemente, con el área foliar remanente. Como consecuencia el rebrote de los tratamientos con intersembra y testigo no logra compensar la mayor acumulación de materia seca que alcanza el tratamiento con 18:46 y urea antes del siguiente pastoreo.

En esta época del año además de mejores condiciones ambientales, esto coincide con la elongación de entrenudos de las gramíneas por pasaje a estado reproductivo, obteniendo mayor altura del disponible con respecto al invierno.

Haciendo mención a la altura, como fue explicado anteriormente ya que existe correlación con la cantidad de materia seca se obtuvo una tendencia similar de esta con respecto a la disponibilidad de forraje. Al observar la altura de ingreso para efectuar el pastoreo los tratamientos con 18:46 y urea, y con 18:46 se encontraron dentro del rango óptimo para el experimento (15-20 cm) dejando mayor altura de remanente. Según Fulkerson y Slack, citados por Cairús y Regusci (2013), la altura de defoliación afecta la cantidad de carbohidratos en el remanente repercutiendo directamente en la tasa de crecimiento luego del pastoreo y de acuerdo a lo encontrado por Soca y Chilibroste (2008), incrementos en la altura de defoliación llevan a mejoras en la tasa de crecimiento de forraje y se traduce en mayor rendimiento acumulado.

Para realizar un mejor análisis del efecto de la intersembra sobre la disponibilidad de forraje en el período primaveral en los cuadros No. 7 y No. 8 se muestra la participación de los componentes de la restauración.

Cuadro No. 7. Disponibilidad de raigrás para el período primaveral

Tratamiento	Disponible (kg/ha)
Int. + urea + 18:46	714 a
Testigo	373 ab
Int. + 18:46	331 b
Intersembra	304 b

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

Para el caso del raigrás existen diferencias con los que sucede en el período invernal, como se puede apreciar no se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento con 18:46 y urea a comparación del testigo. En cambio como se muestra en el cuadro No. 8, existe una importante participación del trébol rojo en el forraje disponible en los tratamientos fertilizados, encontrando diferencias significativas del tratamiento con urea y 18:46 a comparación del tratamiento con intersembra y testigo, y del tratamiento con 18:46 con respecto al testigo.

Cuadro No. 8. Disponibilidad de trébol rojo para el período primaveral

Tratamiento	Disponible (kg/ha)
Int. + urea + 18:46	1305 a
Int. + 18:46	1003 ab
Intersiembr	394 bc
Testigo	70 c

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

Aquí se puede visualizar la importancia de la intersembra y el efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo en la promoción del crecimiento de las especies forrajeras, en este caso en particular de trébol rojo. Es sabido que a partir del segundo año una mezcla forrajera manifiesta una reducción del componente leguminosa el cual se agrava con el transcurso de los años. En esta situación los resultados obtenidos coinciden con Ferrari (2014), quien afirma que en esa situación es acertada la incorporación de leguminosas las que contribuyen a promover el crecimiento de las gramíneas proporcionando nitrógeno a través de la fijación biológica y mejorar la calidad del forraje, y se destaca al trébol rojo como una de las especies más adaptadas para dicho propósito. Además trabajos realizados por Mendoza et al., citados por García Favre (2017), demostraron que el proceso de fijación biológica del nitrógeno como la adquisición del mineral del suelo por parte de las gramíneas se favorece con el suministro de fósforo.

4.3.2 Cantidad y altura del remanente

En este apartado se muestran los datos obtenidos para la cantidad de forraje remanente y su correspondiente altura diferenciados en el período invernal y primaveral.

4.3.2.1 Invierno

En el cuadro No. 9 se presenta la altura del forraje remanente y la cantidad para el período invernal, donde no se encontraron diferencias significativas para este último entre los tratamientos. En el caso de la altura se muestran diferencias significativas del tratamiento con 18:46 y urea en comparación del con intersiembra y testigo.

Cuadro No. 9. Forraje remanente, altura promedio y asignación de forraje para el período invernal

Tratamiento	Remanente (kg/ha)	Altura (cm)	Asignación (%PV)
Int. + urea + 18:46	1090 a	6,17 a	7,8
Int. + 18:46	683 a	4,74 ab	5,2
Intersiembra	785 a	4,13 b	6,1
Testigo	673 a	3,87 b	4,3

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

Desde el punto de vista del manejo de la pastura observando la altura del remanente, a excepción del tratamiento con 18:46 y urea los demás se encuentran por debajo del rango recomendado por Carámbula (2004), quien afirma que remanentes inferiores a los 5 cm comprometen la persistencia y productividad de las especies, ya que inciden negativamente en la recuperación de carbohidratos solubles para un correcto rebrote, así como para un adecuado desarrollo radicular y macollaje.

Existe una superioridad numérica de 417 kilogramos de materia seca del tratamiento con 18:46 y urea en comparación del testigo, donde no se encontraron diferencias significativas.

Para el forraje disponible, los efectos de la intersiembra y la fertilización con 18:46 y urea generaron mayor cantidad y altura del forraje disponible al momento de ingreso de los animales. Si bien en el experimento no se evaluaron diferentes asignaciones de forraje, los efectos del tratamiento con 18:46 y urea determinaron mayor oferta de forraje como se observa en el cuadro No. 9, en este caso la disponibilidad de forraje ofrecida supera la demanda de los animales y como resultado se deja mayor altura de remanente. Los resultados concuerdan con lo obtenido por Almada et al. (2007), quienes encontraron que mayores asignaciones de forraje determinan mayor altura de remanente.

4.3.2.2 Primavera

A continuación se presenta la altura y cantidad de forraje remanente para el período primaveral. Como se puede apreciar en el cuadro No. 10 no se encontraron diferencias significativas para la altura, en cambio se muestra que el tratamiento con 18:46 y urea fue significativamente superior respecto al testigo en la cantidad de forraje remanente.

Cuadro No. 10. Forraje remanente, altura promedio y asignación de forraje para el período primaveral

Tratamiento	Remanente (kg/ha)	Altura (cm)	Asignación (%PV)
Int. + urea + 18:46	1995 a	10,44 a	7,7
Int. + 18:46	1390 ab	8,01 a	5,5
Intersiembra	1284 ab	7,74 a	4,6
Testigo	1185 b	6,37 a	4,4

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

Si bien no se encontraron diferencias significativas para la altura del forraje remanente debido al elevado coeficiente de variación (36 %), desde el punto de vista del manejo de la pastura el tratamiento testigo se encuentra por debajo del rango óptimo expresado por Zanoniani et al. (2006), para esta época del año, el cual no debería ser inferior a los 7,5 cm.

Como se explicó para el período invernal los efectos del tratamiento 1 que determinaron mayor cantidad de forraje disponible hacen que la oferta de forraje sea mayor para dicho tratamiento. Por lo tanto, el tratamiento con 18:46 y urea fue significativamente superior al testigo en la cantidad de forraje remanente ya que la cantidad de forraje ofrecida supera la demanda de los animales durante el tiempo de pastoreo. Esto concuerda con lo obtenido por Cairús y Regusci (2013), quienes determinaron que el tratamiento que presentaba menor presión de pastoreo era el que dejaba mayor remanente.

4.4 FORRAJE DESAPARECIDO

En el cuadro No. 11 se presenta el forraje desaparecido total para todo el período del experimento donde se obtuvieron diferencias significativas del

tratamiento con urea y 18:46 en relación a los demás tratamientos, además se determinó que el tratamiento con 18:46 fue significativamente superior al tratamiento con intersembra y testigo.

Cuadro No. 11. Resultados del forraje desaparecido

Tratamiento	Desaparecido (kg MS/ha)
Int. + urea + 18:46	6341 a
Int. + 18:46	5322 b
Testigo	3702 c
Intersiembr	3534 c

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

Como se muestra en el punto de producción animal (ver cuadro No. 17) no se encontraron diferencias significativas para la ganancia de peso diaria para todo el período que duro el experimento y de acuerdo a que la desaparición de forraje no está explicada únicamente por el consumo animal, sino que además por desperdicio de forraje por el pisoteo, senescencia y desprendimiento de hojas, la mayor cantidad de desaparecido para el tratamiento con urea y 18:46 se explican por una superioridad del tratamiento en la producción de forraje por efectos de la introducción de especies y promoción de las mismas mediante la fertilización fosfatada y nitrogenada.

Haciendo énfasis en la mayor cantidad de disponible que determinó una mayor oferta de forraje para dicho tratamiento, esto trae como resultado un mayor desaprovechamiento del forraje producido por los procesos de perdida mencionados anteriormente, ya que la demanda por parte de los animales es superada por la cantidad de forraje producido. Esto concuerda con lo obtenido por Muslera y Ratera, citados por Folgar y Vega (2013), a mayor oferta de forraje la cantidad ofrecida excede ampliamente su consumo, lo que trae como consecuencia un aumento en la cantidad de forraje desaprovechado.

4.5 CRECIMIENTO DE FORRAJE

En el cuadro No. 12 se presenta la producción de forraje acumulada, la tasa de crecimiento y asignación de forraje para todo el período experimental. Se determinó que los tratamientos que se les realizó fertilización fueron significativamente superiores a los tratamientos únicamente con intersembra y testigo en la producción de forraje acumulada.

Cuadro No. 12. Crecimiento total acumulado

Tratamiento	Crecimiento total (kg MS/ha)	Tasa de crecimiento (kg MS/ha/día)	Asignación (%PV)
Int. + urea + 18:46	7714 a	61	7,8
Int. + 18:46	6516 a	50	5,2
Intersiembr	4672 b	36	4,1
Testigo	4264 b	34	4,2

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

Los datos obtenidos para esta variable presentan relación con los parámetros productivos explicados anteriormente, donde se determinó un importante efecto de la fertilización para el crecimiento de la pastura.

Para estimar la respuesta al nitrógeno se consideró entre 18 kg a 64 kg por hectárea, no teniendo en cuenta los 18 kg de nitrógenos aportados por el DAP. Se determinó la respuesta de la urea, como el aumento en producción por cada unidad de nitrógeno agregada de esta forma en el tratamiento con 18:46 y urea en comparación con el tratamiento solo con 18:46. Se obtuvo una respuesta de 18,7 kg de materia seca por unidad de nitrógeno aportada en forma de urea dentro de ese rango de respuesta.

Los beneficios de la mayor disponibilidad de nitrógeno en términos de producción vegetal son claros al observar los resultados de producción de forraje acumulada. La mayor disponibilidad del mineral para los tratamientos fertilizados se deben a la incorporación directa por medio de fertilizante, como también a la promoción del crecimiento de las leguminosas a través de la fertilización con DAP y su introducción al sistema mediante la fijación biológica. Haciendo énfasis en las gramíneas esto aumenta el número de macollos por

planta, el crecimiento de hojas y su capacidad fotosintética, lo que se traduce en un mayor rendimiento de materia seca. En el caso de las leguminosas, la fertilización con nitrógeno en dosis moderadas según Gates y Wilson, citados por García Favre (2017), determina un incremento en el área foliar de la misma, favoreciendo a la producción de asimilados que potencialmente pueden ser enviados a los nódulos para promover su crecimiento y actividad.

Al presentar una mayor disponibilidad de forraje y una pastura más vigorosa por los efectos explicados anteriormente de la fertilización y debido a que los tratamientos tuvieron similar carga animal, como se muestra en el cuadro No. 12 indirectamente hubo diferentes asignaciones de forraje. A igual frecuencia de pastoreo la intensidad difiere para los tratamientos, como también el tiempo que necesita la pastura para alcanzar el IAF crítico. El rebrote de la pastura depende del área foliar remanente y de las reservas de carbohidratos que presenten las especies componentes de la mezcla. Si el tiempo que transcurre entre dos pastoreos sucesivos no es suficiente, la capacidad de rebrote será menor y por lo tanto la producción de materia seca, al igual que la persistencia de la pastura se verá limitada.

En el caso de los tratamientos con intersembra y testigo, la frecuencia e intensidad del pastoreo no permite que la pastura alcance el IAF crítico y por lo tanto el IAF promedio que se mantiene la misma es menor en comparación de los tratamientos fertilizados, lo que determina una menor capacidad de producción de forraje. Los resultados concuerdan con lo obtenido por Almada et al. (2007), donde se encontró que la máxima acumulación de forraje se da con asignaciones cercanas al 8,0%, pero con mayores asignaciones la producción no continúa aumentando, sino que decrece.

Según Gastal et al., citados por Almada et al. (2007), el principal parámetro que gobierna la producción de forraje es el IAF promedio al que es mantenida la pastura, lo que incide en la cantidad de radiación que intercepta la comunidad vegetal. Por lo tanto los tratamientos que fueron fertilizados presentaron un IAF promedio mayor a los demás tratamientos, interceptando mayor cantidad de radiación lo que determinó una mayor tasa de crecimiento promedio a lo largo del período como se muestra en el cuadro.

4.6 PRODUCCIÓN ANIMAL

En este punto se presentarán y analizarán los resultados de producción animal obtenidos en el experimento. Las variables a analizar son: ganancia

media diaria de peso vivo por animal y producción animal por hectárea en el periodo de evaluación. Como se realizó en los puntos anteriores se diferenciaron dos períodos, invernal y primaveral; por último se analizan los resultados obtenidos para todo el período.

4.6.1 Invierno

En el cuadro No. 13 se observa la ganancia media diaria (GMD) obtenida para el período. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento con 18:46 y urea con respecto al tratamiento en el cual sólo se realizó la intersembra.

Cuadro No. 13. Ganancia media diaria para el período invernal

Tratamiento	GMD (kg animal/día)
Int. + urea + 18:46	0,94 a
Testigo	0,77 ab
Int. + 18:46	0,53 ab
Intersiembr	0,44 b

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

Si bien en la cantidad de forraje disponible expresado como kg MS/ha no se encuentran diferencias significativas entre los dos tratamientos para este período (ver cuadro No. 3), se pueden observar diferencia en la altura del forraje tanto del disponible como del remanente. Lo cual sugiere una diferencia en cuanto a la estructura de la pastura presente entre ambos tratamiento lo que repercute en el consumo y con ello la performance de los animales al afectar la capacidad de cosecha en cada bocado. La tasa de consumo a una cantidad dada de biomasa de forraje, depende en gran medida de su organización espacial. Es decir, a igual oferta promedio de forraje, la producción animal difiere. A su vez esa diferencia en altura, pero no así en kg MS/ha determina que el forraje que están consumiendo en el tratamiento donde presenta mayor altura, el mismo posee menos contenido de MS por centímetro de altura, lo que dada la estación y efectos del tratamiento corresponde a una pastura de mayor calidad.

4.6.2 Primavera

En el cuadro No. 14 se observan diferencias significativas en la respuesta de ganancia media diaria entre el tratamiento con la intersembría fertilizado con 18-46 y urea, con respecto al tratamiento similar pero sin fertilización con urea, demostrando este último un mejor desempeño.

A su vez no se encontraron diferencias significativas en la ganancia animal entre los tratamientos testigo, intersembría sin fertilización y fertilizado con 18:46. Así mismo tampoco se determinaron diferencias significativas en la ganancia de los dos primeros con el tratamiento de la intersembría fertilizado con 18-46 y urea.

Cuadro No. 14. Ganancia media diaria para el período primaveral

Tratamiento	GMD (kg animal/día)
Int. + 18:46	1,48 a
Intersiembría	1,38 ab
Testigo	1,13 ab
Int. + urea + 18:46	1,05 b

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

Una posible explicación a los resultados obtenidos de menor ganancia es atribuible a la mayor oferta de forraje (ver cuadro No. 10) en dicho tratamiento, debido al proceso de selección animal ejercido sobre la pastura. Dicho fenómeno ocurre en situaciones donde la cantidad de forraje ofertada es alta. Esto trae aparejado diversos factores, uno de ellos y tal vez el más importante en términos de consumo animal, es la disminución en la calidad del forraje ofrecido producto de una avanzada vida media foliar del canopeo, las cuales no han sido removidas por la ausencia de un pastoreo a menores intervalos entre los mismos; y posiblemente un avanzado estado fenológico de toda la pastura, ya que si se considera que las especies promovidas en esta intersembría presentan ciclo productivo invernal, es de esperar que llegada la primavera se comience a observar una disminución en la calidad de la pastura determinado por un avance en el estado fenológico de la misma. Si a su vez a esto se le agrega una excesiva acumulación de forraje disponible, con la ausencia de un control mediante el pastoreo para remover los ápices reproductivos, disminuyendo de esta manera el control hormonal presente, el cual lleva a la floración y fructificación de las especies determinando de esta

forma el fin de su ciclo en el caso de especies anuales. Esta disminución en la calidad de la pastura ocasiona que los animales lleven a cabo una selección del material a consumir provocando, más tiempo de pastoreo y un mayor gasto de energía para cosecha de forraje; a su vez sobre la pastura provocan pisoteo lo que origina un mayor desperdicio de la misma.

4.6.3 Invierno-primavera

En el cuadro No. 15 se presentan los datos de las GMD y producción kg/ha PV obtenidas durante todo el período experimental correspondiente a este trabajo. Como se observa a continuación, no se detectaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos para la totalidad del período en cuanto a la ganancia media diaria individual.

Cuadro No. 15. Ganancia media diaria y PV por hectárea para el total del período evaluado

Tratamiento	GMD (kg animal/día)	Producción kg/ha PV
Int. + urea +18:46	0,98 a	444
Testigo	0,91 a	361
Int. + 18:46	0,90 a	367
Intersiembr	0,80 a	361

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

Por un lado durante el período invernal se observaron mayores ganancias obtenidas sobre el tratamiento de la intersiembr fertilizado con 18:46 y urea; en cambio durante la primavera en dicho tratamiento se obtuvieron las menores ganancias del experimento. Estos resultados como ya ha sido explicado se deben en parte en el caso del período invernal, a una mayor altura del forraje de dicho tratamiento, siendo atribuible esta mayor altura, a una mayor contribución de la proporción de raigrás en la mezcla con respecto a los demás tratamientos, ocasionado por la fertilización nitrogenada. Durante la primavera en dicho tratamiento se observó una disponibilidad de materia seca elevada, lo que ocasionó una pérdida en la calidad del forraje consumido determinando un aumento en la selectividad, que ocasiona mayor costo energético animal para la cosecha del alimento.

En contraposición en el tratamiento testigo en el cual se observaron las menores ganancias animales durante el invierno ocasionado en parte por una

menor capacidad de cosecha animal debido a un tapiz más rastrero sin especies introducidas que determinaran un crecimiento en altura del forraje, así como una menor calidad de lo consumido. Durante el período primaveral dicho tratamiento registró mayores ganancias animales debido posiblemente a una mayor eficiencia en la cosecha de forraje dado que dichas parcelas se encontraban con una disponibilidad de MS que ocasionaba una asignación de forraje (ver cuadro No. 10) más acorde a la demanda diaria animal para la época. Haciendo un análisis sobre las asignaciones trabajadas en ambos períodos, cabe resaltar que no es lo mismo un igual valor de dichas variables en las distintas estaciones del año. Así una asignación de forraje del 8% en invierno puede determinar un correcto ajuste de la carga para obtener altas ganancias animales ocasionadas por una pastura de buena calidad y un adecuado disponible. En contraposición, en primavera, período en el cual las especies de ciclo productivo invernal se encuentran en un avanzado estado vegetativo o bien pasando a reproductivo, donde el contenido de fibra aumenta y la digestibilidad de la pastura disminuye; una asignación forrajera del 8% determina que la capacidad de consumo de los animales no logre “acompañar” el crecimiento de la pastura, ocasionando una disminución en la calidad así como un aumento en la selección animal y pisoteo del forraje.

Otra de las posibles causas de menores ganancias en el período invernal y compensación durante la primavera se puede atribuir al crecimiento compensatorio. El cual refiere a un proceso fisiológico por el cual un organismo acelera su tasa de crecimiento después de un período de desarrollo restringido, debido a la reducción del consumo de alimento. Dichos animales experimentan una tasa de ganancia diaria superior a aquellos animales que no sufrieron una restricción alimenticia, según Carriquiry³ esto es explicado en parte por un menor costo de mantenimiento principalmente de tejidos viscerales. Dicho proceso de crecimiento compensatorio ocurre siempre y cuando, los animales estén en crecimiento (animales jóvenes), el período de restricción alimenticia no puede ser extenso en el tiempo, ni dicha restricción puede ser muy severa de manera que condicione gravemente el desarrollo del individuo; a su vez los animales deben presentar cierto nivel de calidad en la dieta durante el período restrictivo así como durante el período posterior de recuperación. Si se observa por ejemplo el tratamiento de sólo intersiembra, en el período invernal, el mismo presenta la menor ganancia animal, sin embargo una vez que las condiciones ambientales de temperatura y radiación principalmente fueron más favorables para la pastura, se dio un crecimiento de la misma que permitió equiparar ganancia entre los animales con respecto a los demás lotes, reduciendo en parte las diferencias ocasionadas por los distintos tratamientos.

³ Carriquiry, M. 2019. Com. personal.

Es debido a esta alternancia en los períodos de las mayores y menores GMD en los animales, que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en dicha variable entre los tratamientos aplicados en el experimento.

En cuanto a la producción de peso vivo por hectárea se observa gran similitud en los valores obtenidos entre los tratamientos testigo, interseembra e interseembra fertilizado con 18-46. En cambio en el tratamiento de interseembra fertilizado con urea y 18-46 se obtuvo una producción de peso vivo por unidad de área 80 kg superior. Si bien en las GMD no se observaron diferencias en términos estadísticos entre los tratamientos, en valores numéricos se aprecian diferencias las cuales en el acumulado del período determinaron una mayor producción de PV por hectárea. Estas diferencias encontradas en producción de PV por unidad de superficie son atribuibles a los efectos acumulativos del tratamiento 1 en comparación de los demás, que promovieron el crecimiento de la pastura, la mejor calidad de la misma por una integración de especies de mayor valor nutritivo, y además la accesibilidad de los animales por una mejor conformación estructural por una mayor altura del forraje.

Los valores de producción de PV por hectárea para el tratamiento con 18:46 y urea son inferiores a los obtenidos por Agustoni et al. (2008), quienes evaluando una mezcla forrajera en su segundo año y con condiciones ambientales comparables a las predominantes en este experimento obtuvieron 550 kg/ha de PV trabajando con una asignación de forraje del 6 % del PV. Es esperable que si se aumenta la carga animal en el tratamiento con 18:46 y urea que logre disminuir los desperdicios por material senescente y pérdida de calidad de la mezcla los valores en producción de PV por hectárea se aumenten. Aunque no a valores comparables de una pastura sembrada en su segundo año de vida, ya que es en esta etapa en donde se encuentra en su potencial de producción y en una interseembra se estaría en una etapa de sucesión intermedia de lo que es una pastura implantada y un campo natural mejorado en términos productivos.

5. CONCLUSIONES

La utilización de fertilización fosfatada, nitrogenada e incorporación de especies determinó una mayor producción de forraje y mejor composición botánica de la pastura.

La mayor disponibilidad de nitrógeno mediante el agregado de urea granulada demostró efectos benéficos en el crecimiento de trébol rojo en el período invernal.

No se encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso individual, siendo numéricamente diferente en el tratamiento con mayor intensificación de la renovación. Las diferentes ofertas utilizadas pudieron condicionar la expresión de diferencias estadísticas en GMD.

Mediante el manejo de la oferta de forraje con la renovación de la pastura se lograron ganancias aproximadas de 1 kg/animal promedio y valores cercanos a los 400 kg/ha de PV por lo cual es recomendable estas alternativas para incrementar la productividad de los sistemas pastoriles.

6. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Universidad de la República. Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay), durante el período comprendido entre los meses de junio y diciembre del 2019. Se estudió la posibilidad de extender la vida útil de las praderas, mediante la inclusión de especies productivas y su fertilización dada la problemática de las pasturas sembradas en Uruguay por su baja persistencia. El objetivo de este trabajo consistió en investigar el efecto del grado de intensificación de una intersembradura de *Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense* con diferentes estrategias de fertilización en donde se evaluó la producción de forraje por unidad de superficie, la proporción de especies de la mezcla a través de la composición botánica y la performance animal. El experimento fue evaluado sobre una pradera compuesta inicialmente por *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel y *Trifolium repens* cv. Zapicán, en su 5º. año sembrada el 20 de abril de 2014. Se evaluó el efecto de la intersembradura de *Lolium multiflorum* cv. Winter Star 3, y de *Trifolium pratense* cv. E. 116 en conjunto. También se analizó el efecto de la fertilización de fósforo en mayor cantidad que nitrógeno (100 kg DAP), y en conjunto con urea (100kg DAP + 100 kg urea) en la producción de esta intersembradura. EL pastoreo fue rotativo, determinándose el período de descanso y de ocupación de acuerdo a la altura de forraje en la parcela. Se utilizaron 16 novillos de la raza Holando, se colocaron 4 animales en cada parcela. Las estrategias de manejo fueron diferenciales de acuerdo a las estaciones en donde se desarrolló el experimento. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, donde cada uno de los tres bloques propuestos, fue dividido en cuatro tratamientos. Las precipitaciones durante el período en los meses de junio, octubre y diciembre fueron considerablemente superiores al registro histórico. En el caso de los meses de julio y setiembre se aprecia que las precipitaciones estuvieron claramente por debajo del promedio histórico. Las temperaturas presentaron una gran variabilidad, en los meses de julio, agosto y diciembre se registraron temperaturas inferiores a la media histórica, contrariamente se determinó que para los meses de junio, setiembre y noviembre las temperaturas medias se ubicaron respectivamente por encima del promedio histórico. En cuanto a los resultados se pudo observar diferencias en términos de respuesta animal y vegetal ante un alto grado de intensificación. Los tratamientos que presentaban mayor grado de intensificación fueron mejores desde el punto de vista estadístico que el testigo.

Palabras clave: Pasturas; Renovación; Producción de forraje; Producción animal.

7. SUMMARY

The present work was carried out at the Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni" (University of the Republic. Faculty of Agronomy, Paysandú, Uruguay), during the period between June and December 2019. The possibility of extending the useful life of the prairies was studied, by including of productive species and their fertilization given the problems of pastures planted in Uruguay due to their low persistence. The objective of this work was to investigate the effect of the degree of intensification of an interseding of *Lolium multiflorum* and *Trifolium pratense* with different fertilization strategies where forage production per unit area was evaluated, the proportion of species in the mixture through of botanical composition and animal performance. The experiment was evaluated on a meadow initially composed of *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel and *Trifolium repens* cv. Zapicán, in its 5th. year planted on April 20th. 2014. The inter-seeding effect of *Lolium multiflorum* cv. Winter Star 3, and *Trifolium pratense* cv. E. 116 as a whole was evaluated. The effect of phosphorus fertilization in a greater quantity than nitrogen (100 kg DAP), and together with urea (100 kg DAP + 100 kg urea) in the production of this inter-seeding was also analyzed. The grazing was rotating, determining the period of rest and occupation according to the height of forage in the plot. Sixteen steers of the Holstein breed were used, placing 4 animals in each plot. The management strategies were differential according to the seasons where the experiment was developed. The experimental design used was that of randomized complete blocks, where each of the three proposed blocks was divided into four treatments. The rainfall during the period in June, October and December was considerably higher than the historical record. In the case of July and September, it can be seen that rainfall was clearly below the historical average. Temperatures showed great variability; in the months of July, August and December, temperatures below the historical average were recorded, on the contrary, it was determined that for the months of June, September and November, the average temperatures were respectively above the historical average. Regarding the results, differences in terms of animal and plant response to a high degree of intensification could be observed. The treatments with the highest degree of intensification were statistically better than the control.

Keywords: Pastures; Renovation; Forage production; Animal production.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agustoni, F.; Bussi, C.; Shimabukuro, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 80 p.
2. Alesandri, D.; Alesandri, G. 2009. Seminario sobre fertilización nitrogenada en pasturas. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 25 p.
3. Almada, S.; Palacios, M.; Villalba, S.; Zipitría, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 85 p.
4. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echevarría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
5. Altier, N. 2010. Enfermedades en pasturas. In: Altier, N.; Rebuffo, N.; Cabrera, K. eds. Enfermedades y plagas en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 19-35 (Serie Técnica no. 183).
6. Álvarez, J.; Apolinario, E. 2012. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras utilizadas en renovación de praderas degradadas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 108 p.
7. Amadeo, C. A. 2001. Intersiembras. (en línea). Buenos Aires, Argentina, s.e. 3 p. Consultado 17 feb. 2020. Disponible en <http://www.elsitioagricula.com/>
8. Ayala, W.; Carámbula, M. 2009. El valor agronómico del género *Lotus*. Montevideo, INIA. 424 p.
9. _____.; Bemhaja, M.; Cotro, B.; Docanto, J.; Garcia, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C.; Silva, J. 2010.

- Catálogo de cultivos 2010. Montevideo, Uruguay, INIA. 131 p. (Otros Documentos no. 38).
10. _____.; Larratea, F.; Herken, G.; Olano, I.; Ruete, R. 2017 . Rol de la festuca en los sistemas ganaderos del Este del país. Estudios sobre persistencia. In: Día de Campo Unidad Experimental Palo a Pique (2017, Treinta y Tres, Uruguay). Rol de la genética en los sistemas ganaderos. Montevideo, INIA. pp. 23-25.
 11. Azanza, A.; Panissa, R.; 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. 79 p.
 12. Barthram, G. T. 1986. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Alcock, M. M. ed. The Hill Farming Research Organisation Biennial Report 1984-1985. Edinburgh, HFRO. pp. 29-30.
 13. Bates, G. H. 1948. An investigation of the cause and prevention of deterioration of leys. Journal of the British Grassland Association. 3(3):177-184.
 14. Bermúdez, R.; Carámbula, M.; Ayala, W. 1996. Introducción de gramíneas en mejoramientos extensivos. In: Bermúdez, R.; Carámbula, M.; Ayala, W. eds. Producción animal. Montevideo, INIA. pp. 33-43 (Actividades de Difusión no. 110).
 15. Berretta, E. J. 1998. Efecto del pastoreo y de la introducción de especies en la evolución de la composición botánica de pasturas naturales. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 91-97 (Serie Técnica no. 102).
 16. _____.; Bemhaja, M. 2001. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos de Basalto. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J. eds. Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos del Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 1-34 (Boletín de Divulgación no. 76).
 17. 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.

18. Brancato, A.; Panissa, R. J.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 84 p.
19. Brown, D. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Hurley, Berks, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. pp. 42-79 (Bulletin no. 42).
20. Cairús, M.; Regusci, M. 2013. Producción invierno-primaveral de mezclas forrajeras de tercer año bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 87 p.
21. Campbell, A. G. 1966. Grazed pasture parameters. Journal of Agriculture Science. 67:199-221.
22. Cangiano, C. A. 1997. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. In: Cangiano, C. ed. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Buenos Aires, INTA. pp. 41-60.
23. Carámbula, M.; Santiñaque, F. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. no. 2:16-21.
24. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
25. _____.; Ayala, W.; Carriquiry, E.; Bermúdez, R. 1994. Siembra de mejoramientos en cobertura. Montevideo, INIA. 20 p. (Boletín de Divulgación no. 46)
26. _____. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 530 p
27. _____. 2002a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
28. _____. 2002b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.

29. _____. 2003. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.3, 370 p.
30. _____. 2004. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
31. _____. 2007a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 186 p.
32. _____. 2007b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 357 p.
33. _____. 2008. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
34. _____. 2010a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
35. _____. 2010b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
36. _____. 2010c. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
37. Carrera, M.; González, R.; González, D.; Rovira, P. 1996. Efecto de la dotación y manejo del pastoreo en la productividad del campo natural y mejorado. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 97 p.
38. 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.
39. Cibils, X.; García, A. 2017. Protección vegetal de pasturas durante la implantación. (en línea). Revista INIA. no. 48:17-21. Consultado 3 mar. 2020. Disponible en http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/revista%20INIA%20_48%20marzo%202017.pdf

40. Climate-data.org. 2012. Clima: América del Sur . (en línea). Paysandú , Uruguay. 5 p. Consultado 17 feb. 2019. Disponible en <https://es.climate-data.org/>.
41. Coll, J. 1994. Factores ecológicos que afectan la nodulación de leguminosas forrajeras en mejoramientos extensivos. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 124-128 (Serie Técnica no. 13).
42. Correa Urquiza, A. 2003. Mezclas forrajeras. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. s.p. Consultado 7 feb. 2020. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/18-mezclas_forrajeras.pdf
43. Dalley, D. E.; Roche, J. R.; Grainger, C.; Moate, P. J. 1999. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pasture at different herbage allowances in spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 39 (8):923- 931.
44. De Souza, P.; Presno, J. 2013. Productividad invierno-primaveral de praderas mezclas con *Festuca arundinacea* o *Dactylis glomerata* en su tercer año pastoreadas con novillos Holando con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 140 p.
45. Escuder, C. 1996. Crecimiento de las pasturas cultivadas; algunos factores que lo afectan. *In*: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
46. Ferrari, O. 2014. Rejuvenecimiento de pasturas. (en línea). Diario La Nación, Suplemento Campo, Buenos Aires, AR, ago. 9:9A. Consultado 22 feb. 2020. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/191-intersiembra.pdf
47. Foglino, F.; Fernández, J. 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.

48. Folgar, L.; Vega, G. 2013. Efecto de la dotación animal sobre la producción invierno-primaveral de una pastura de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* de tercer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 117 p.
49. Formoso, F. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
50. _____. 2007. Manual para la siembra directa. Montevideo, INIA. pp. 83- 90 (Serie Técnica no. 161).
51. _____. 2010. *Festuca arundinacea*: manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
52. Galli, J.; Cangiano, C. 1998. Relación entre la estructura de la pastura y las dimensiones del bocado y sus implicancias en el consumo en bovinos. Revista Argentina de Producción Animal. 18(3-4):247-261.
53. García, J.; Formoso, F.; Risso, D.; Arrospide, C.; Ott, P. 1981. Factores que afectan la productividad y estabilidad de praderas. (en línea). Miscelánea CIAAB. no. 29. 23 p. Consultado 4 mar. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6094/1/CIAAB-Miscelanea-29-1981.pdf>
54. _____.; Rebuffo, M.; Formoso, F. 1991. Las forrajeras de La Estanzuela. Montevideo, INIA. 15 p. (Boletín de Divulgación no. 7).
55. _____. 1992. Persistencia de leguminosas. Revista INIA. no. 1:143-156.
56. _____. 1995a. *Dactylis glomerata* L. INIA Le Oberon. Montevideo, Uruguay, INIA. 10 p. (Boletín de Divulgación no. 49).
57. _____. 1995b. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, Uruguay, INIA. 9 p. (Serie Técnica no. 66).

58. _____. 1995c. Variedades de trébol blanco. Montevideo, INIA. 15 p. (Serie Técnica no. 70).
59. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).
60. _____.; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M.; Boggiano, P. 2007. Incidencia de variables biológicas y edáficas en el establecimiento de mezclas forrajeras. *AgroSur*. 45:3-10.
61. García, M.; González, O.; Queheille, F. 2005. Efectos de la fertilización nitrogenada y la intensidad de pastoreo sobre los componentes de la producción de forraje de *Stipa setigera* en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 141 p.
62. García Favre, J. 2017. Producción primaria y efectos residuales de raigrás anual mediante distintas intervenciones: agregado de N y/o incorporación de leguminosas anuales. Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 74 p.
63. Gastal, F.; Lemaire, G.; Lestienne, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilisation. In: Simposio em Ecofisiologia das Pastagens e Ecologia do Pastejo (2º., 2004, Curitiba). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.
64. Grant, S. A.; Barthram, G. I.; Torvell, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. *Grass and Forage Science*. 36:155-168.
65. Heitschmidt, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management*. 40:216-223.
66. Hodgson, J. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 44:99-104.
67. _____. 1990. *Grazing management: science into practice*. New York, Logman. pp. 23-156.

68. INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). 2012. Catálogo (en línea). Montevideo. 101 p. Consultado may. 2020. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2011/PubForrajasPeriodo2011.pdf
69. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2010. Catálogo de cultivares. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado mar. 2020. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429300810155513.pdf>.
70. 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.
71. Langer, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
72. Lascano, C.; Spain, J. 1988. Degradación y rehabilitación de pasturas. (en línea). In: Reunión del Comité Asesor de la RIEPT (6^a, 1988, México). Establecimiento y renovación de pasturas. México, CIAT. pp. 269-345. Consultado 20 feb. 2020. Disponible en https://books.google.es/books?hl=en&lr=&id=0WntmVEorQkC&oi=fnd&pg=PA269&dq=degradacion+de+pasturas&ots=fcPhqtQi3K&sig=rHGXVpFVaNrS-bqzTKfTOa_ygdU#v=onepage&q&f=false
73. Maranges, F. ; Do Canto, J.; Reyno, R.; Gutiérrez, F. ; Rossi, C.; Díaz, J.; Stewart, A. 2018. Raigrás annual Winter Star 3. *Revista INIA*. No. 52:18-20.
74. Marten, G. C. 1985. Factors influencing feeding value and effective utilization of forages for animal production. In: International Grassland Congress (15th, 1985, Kyoto). Proceedings. s.n.t. pp. 89-97.
75. Matches, A. G. 1966. Influence of intact tillers and height of stubble on growth responses of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb). *Crop Science*. 6:484-487.
76. Mazzanti, A.; Marino, M. A.; Lattanzi, F.; Echeverría, H. A.; Andrade, F. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y

la calidad del forraje de avena y raigrás anual en el Sudeste bonaerense. INTA. Boletín técnico no. 143. 28 p.

77. Montossi, F. M.; Risso, D.; Berretta, E. J.; Levratto, J.; Rodríguez, J. P. 1994. Uso estratégico de avenas en la recría. In: Jornada de Pasturas y Producción Animal en Basalto (1994, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 23-32 (Actividades de Difusión no. 37).
78. Morón, A. 1994. El ciclo del nitrógeno en el sistema suelo-planta-animal. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-3 (Serie Técnica no. 51).
79. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and measurements of pasture production. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606-611.
80. Muslera, E.; Ratera, C. 1984. Praderas y forrajes, producción aprovechamiento. Madrid, Mundi-Prensa. 702 p.
81. Nabinger, C. 1996. Eficiencia do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: Simposio sobre Manejo da Pastagem (14^o., 1997, Piracicaba). Fundamentos do pastejo rotacionado. Piracicaba, Brasil, ESALQ. pp. 213-251.
82. Olmos, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco. Montevideo, Uruguay, INIA. 245 p. (Serie Técnica no. 145).
83. 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.
84. Peralta, O. 2002. Recuperación de pasturas degradadas. (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. 2 p. Consultado 28 mar. 2020. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/56-recuperacion_pasturas.pdf

85. Perdomo, C.; Barbazán, M. 1999. Nitrógeno. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 70 p.
86. Pereira, F.; Rodríguez, L.; Vera, G. 2019. Efecto del grado de intensificación de una intersembrado de *Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense* sobre la producción de forraje de una pradera vieja. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 70 p.
87. Perrachón, J. 2009. Pensemos en los verdes de invierno. Revista del Plan Agropecuario. no. 137:42-46.
88. Robinson, R. R. 1960. Germination of hard seed of Ladino White Clover. Agronomy Journal. 52:212-214.
89. Rovira, P. 2005a. Efecto de la asignación de forraje en la ganancia de peso de novillos sobreañado sobre praderas durante la primavera. In: Jornada Anual de Producción Animal (2005, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Montevideo, INIA. cap. 3, pp. 23-32 (Actividades de Difusión no. 429).
90. _____. 2005b. Efecto de la asignación de forraje invernal en el crecimiento de terneros sobre un mejoramiento de campo. In: Jornada Anual de Producción Animal (2005, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Montevideo, INIA. cap. 3, pp. 1-12 (Actividades de Difusión no. 429).
91. _____. 2008. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 336 p.
92. Santiñaque, F. 1979. Estudios sobre la productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 86 p.
93. Sheath, G. W.; Pottinger, R. P.; Conforth, I. S. 1989. Informe de los consultores sobre la estabilidad de las pasturas en el Uruguay. Revista del Plan Agropecuario. Sup. especial. 10:32. Julio 1989
94. Smetham, 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. 97-148.

95. Soca, P.; Chilbroste, P. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años: aportes desde la EEMAC. Cangüé. no. 30:36-44.
96. Thomas, H.; Stoddart, J. L. 1990. Leaf senescence. Annual Review of Plant Physiology. 31:83 - 111.
97. UdelaR. FA (Universidad de la República. Facultad de Agronomía, UY). 1997. Forrajeras. Montevideo. t.2. 153 p.
98. Vallentine, J. F. 1990. Grazing management. San Diego, USA, Academic Press. 533 p.
99. Wilman, D.; Wright, P. I. 1983. Some effects of applied nitrogen on the growth and chemical composition of temperate grasses. Herbage Abstracts. 53 (8):387-393.
100. Zanoniani, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangüé. no. 15:13-17.
101. _____.; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25:5-11.
102. _____.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M.; Silveira, D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reunao do Grupo Tecnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos (21ª., 2006, Pelotas, RS, Brasil). Trabalhos apresentados. s.n.t. 1 disco compacto.

9. ANEXOS

Anexo No. 1. Balance hídrico para el período y lugar experimental

	Prec. (mm)	ETP	P-ETP	Alm.	Var. alm.	ETR	Def. (mm)	Exc. (mm)
Mayo				0/80				
Junio	202,4	40,6	161,8	80,0	80/0	40,6	0,0	161,8
Julio	28,2	52,0	-23,9	59,4	- 20,6	48,8	3,2	0,0
Agosto	104,4	67,4	37,2	80,0	20,6	67,4	0,0	16,4
Setiembre	36,8	102,4	-65,6	35,2	-44,8	81,6	20,7	0,0
Octubre	205,8	51,8	154	80,0	44,8	51,4	0,0	109,2
Noviembre	98,6	135	-36,4	50,8	-29,2	128	7	0,0

Anexo No. 2. Forraje disponible invierno (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disp. (kg/ha)	24	0,40	0,23	27,18

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2474629,63	5	494925,93	2,40	0,0782
Bloque	115073,68	2	57536,84	0,28	0,7600
Tratamiento	2359555,95	3	786518,65	3,81	0,0283
Error	3716221,19	18	206456,73		
Total	6190850,82	23			

Anexo No. 3. Forraje disponible primavera (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disp. (kg/ha)	24	0,46	0,31	32,10

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13943179,27	5	2788635,85	3,08	0,0350
Bloque	1177245,26	2	588622,63	0,65	0,5336
Tratamiento	12765934,01	3	4255311,34	4,70	0,0135
Error	16286686,50	18	904815,92		
Total	30229865,77	23			

Anexo No. 4. Forraje remanente invierno (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Remanente (kg/ha)	24	0,32	0,13	36,29

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	726644,86	5	145328,97	1,69	0,1883
Bloque	44421,78	2	22210,89	0,26	0,7753
Tratamiento	682223,08	3	227407,69	2,64	0,0806
Error	1549121,27	18	86062,29		
Total	2275766,13	23			

Anexo No. 5. Forraje remanente primavera (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Remanente (kg/ha)	24	0,31	0,12	37,26

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2455537,64	5	491107,53	1,65	0,1978
Bloque	68934,47	2	34467,23	0,12	0,8913
Tratamiento	2386603,17	3	795534,39	2,67	0,0784
Error	5358103,02	18	297672,39		
Total	7813640,65	23			

Anexo No. 6. Disponibilidad de raigrás para el período invernal (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Raigrás (kg/ha)	24	0,52	0,39	49,60

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	264642,88	5	52928,58	3,97	0,0134
Bloque	34519,75	2	17259,88	1,29	0,2986
Tratamiento	230123,13	3	76707,71	5,75	0,0061
Error	240179,75	18	13343,32		
Total	504822,63	23			

Anexo No. 7. Disponibilidad de trébol rojo para el período invernal (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Trébol rojo (kg/ha)	24	0,43	0,28	74,44

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	364388,71	5	72877,74	2,76	0,0510
Bloque	119910,58	2	59955,29	2,27	0,1324
Tratamiento	244478,13	3	81492,71	3,08	0,0537
Error	475979,25	18	26443,29		
Total	840367,96	23			

Anexo No. 8. Disponibilidad de raigrás para el período primaveral (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Raigrás (kg/ha)	20	0,47	0,28	48,74

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	582808,13	5	116561,63	2,48	0,0823
Bloque	35047,18	2	17523,59	0,37	0,6949
Tratamiento	547760,95	3	182586,98	3,89	0,0325
Error	656754,43	14	46911,03		
Total	1239562,55	19			

Anexo No. 9. Disponibilidad de trébol rojo para el período primaveral (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Trébol rojo (kg/ha)	20	0,64	0,51	61,29

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	4936157,90	5	987231,58	5,00	0,0078
Bloque	194672,70	2	97336,35	0,49	0,6209
Tratamiento	4741485,20	3	1580495,07	8,01	0,0024
Error	2762829,30	14	197344,95		
Total	7698987,20	19			

Anexo No. 10. Forraje desaparecido invierno (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Desaparecido (kg/ha)	24	0,24	0,03	42,88

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	795140,45	5	159028,09	1,16	0,3659
Bloque	131907,21	2	65953,61	0,48	0,6256
Tratamiento	663233,23	3	221077,74	1,61	0,2212
Error	2465526,95	18	136973,72		
Total	3260667,40	23			

Anexo No. 11. Forraje desaparecido primavera (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Desaparecido (kg/ha)	24	0,59	0,47	30,79

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5454856,51	5	1090971,30	5,12	0,0043
Bloque	764485,81	2	382242,90	1,79	0,1949
Tratamiento	4690370,70	3	1563456,90	7,34	0,0021
Error	3836584,44	18	213143,58		
Total	9291440,95	23			

Anexo No. 12. Altura del forraje disponible invierno (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Alt. disponible (cm)	24	0,62	0,52	19,67

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	108,74	5	21,75	5,97	0,0020
Bloque	23,67	2	11,83	3,25	0,0624
Tratamiento	85,07	3	28,36	7,79	0,0015
Error	65,55	18	3,64		
Total	174,29	23			

Anexo No. 13. Altura del forraje disponible primavera (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Alt. disponible (cm)	24	0,43	0,27	34,18

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	306,27	5	61,25	2,69	0,0550
Bloque	35,37	2	17,69	0,78	0,4744
Tratamiento	270,89	3	90,30	3,97	0,0247
Error	409,50	18	22,75		
Total	715,77	23			

Anexo No. 14. Alturas del forraje remanente invierno (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura rem. (cm)	24	0,45	0,30	24,79

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,38	5	4,08	2,97	0,0397
Bloque	1,35	2	0,67	0,49	0,6197
Tratamiento	19,03	3	6,34	4,63	0,0144
Error	24,68	18	1,37		
Total	45,07	23			

Anexo No. 15. Alturas del forraje remanente primavera (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura rem. (cm)	24	0,28	0,08	36,34

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	60,41	5	12,08	1,38	0,2778
Bloque	8,79	2	4,39	0,50	0,6134
Tratamiento	51,62	3	17,21	1,97	0,1552
Error	157,49	18	8,75		
Total	217,90	23			

Anexo No. 16. Porcentaje de gramíneas del disponible invierno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Gramíneas (%)	24	0,39	0,22	31,32

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	506,88	5	101,38	2,32	0,0863
Bloque	37,75	2	18,88	0,43	0,6562
Tratamiento	469,13	3	156,38	3,57	0,0347
Error	787,75	18	43,76		
Total	1294,63	23			

Anexo No. 17. Porcentaje de gramíneas del disponible primavera

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Gramíneas (%)	24	0,36	0,18	27,05

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	264,03	5	52,81	2,04	0,1216
Bloque	21,09	2	10,55	0,41	0,6717
Tratamiento	242,94	3	80,98	3,12	0,0516
Error	466,47	18	25,91		
Total	730,50	23			

Anexo No. 18. Porcentaje de gramíneas del remanente invierno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Gramíneas (%)	24	0,21	0,00	40,22

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	277,75	5	55,55	0,93	0,4819
Bloque	114,08	2	57,04	0,96	0,4017
Tratamiento	163,67	3	54,56	0,92	0,4520
Error	1069,58	18	59,42		
Total	1347,33	23			

Anexo No. 19. Porcentaje de gramíneas del remanente primavera

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Gramíneas (%)	24	0,48	0,34	48,68

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	837,34	5	167,47	3,37	0,0255
Bloque	93,05	2	46,53	0,93	0,4109
Tratamiento	744,29	3	248,10	4,99	0,0109
Error	895,78	18	49,77		
Total	1733,12	23			

Anexo No. 20. Porcentaje de leguminosas del disponible invierno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Leguminosas (%)	24	0,47	0,33	35,29

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2015,75	5	403,15	3,23	0,0297
Bloque	1425,08	2	712,54	5,71	0,0120
Tratamiento	590,67	3	196,89	1,58	0,2297
Error	2247,58	18	124,87		
Total	4263,33	23			

Anexo No. 21. Porcentaje de leguminosas del disponible primavera

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Leguminosas (%)	24	0,66	0,57	29,47

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5730,70	5	1146,14	7,02	0,0008
Bloque	218,77	2	109,39	0,67	0,5239
Tratamiento	5511,93	3	1837,31	11,26	0,0002
Error	2937,74	18	163,21		
Total	8668,44	23			

Anexo No. 22. Porcentaje de leguminosas del remanente invierno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Leguminosas (%)	24	0,61	0,50	33,23

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1748,71	5	349,74	5,59	0,0028
Bloque	1293,58	2	646,79	10,35	0,0010
Tratamiento	455,13	3	151,71	2,43	0,0990
Error	1125,25	18	62,51		
Total	2873,96	23			

Anexo No. 23. Porcentaje de leguminosas del remanente primavera

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Leguminosas (%)	24	0,55	0,42	42,24

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2345,80	5	469,16	4,37	0,0089
Bloque	111,08	2	55,54	0,52	0,6049
Tratamiento	2234,72	3	744,91	6,93	0,0027
Error	1933,90	18	107,44		
Total	4279,70	23			

Anexo No. 24. Porcentaje de malezas del disponible invierno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Malezas (%)	24	0,31	0,12	36,87

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1190,71	5	238,14	1,65	0,1988
BLOQUE	779,25	2	389,63	2,69	0,0949
TRATAMIENTO	411,46	3	137,15	0,95	0,4384
Error	2604,92	18	144,72		
Total	3795,63	23			

Anexo No. 25. Porcentaje de malezas del disponible primavera

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Malezas (%)	24	0,67	0,57	30,17

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2795,40	5	559,08	7,15	0,0008
Bloque	48,87	2	24,43	0,31	0,7354
Tratamiento	2746,54	3	915,51	11,71	0,0002
Error	1406,73	18	78,15		
Total	4202,13	23			

Anexo No. 26. Porcentaje de malezas del remanente invierno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Malezas (%)	24	0,47	0,32	38,79

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4383,79	5	876,76	3,16	0,0321
Bloque	3446,33	2	1723,17	6,21	0,0089
Tratamiento	937,46	3	312,49	1,13	0,3650
Error	4997,17	18	277,62		
Total	9380,96	23			

Anexo No. 27. Porcentaje de malezas del remanente primavera

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Malezas (%)	24	0,14	0,00	32,18

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	757,55	5	151,51	0,58	0,7123
Bloque	46,31	2	23,16	0,09	0,9151
Tratamiento	711,23	3	237,08	0,91	0,4542
Error	4672,73	18	259,60		
Total	5430,28	23			

Anexo No. 28. Porcentaje de otros del disponible invierno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Otros (%)	24	0,17	0,00	108,39

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,25	5	2,85	0,72	0,6158
Bloque	7,58	2	3,79	0,96	0,4016
Tratamiento	6,67	3	2,22	0,56	0,6465
Error	71,08	18	3,95		
Total	85,33	23			

Anexo No. 29. Porcentaje de otros del disponible primavera

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Otros (%)	24	0,37	0,19	85,64

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	120,49	5	24,10	2,07	0,1167
Bloque	3,36	2	1,68	0,14	0,8665
Tratamiento	117,12	3	39,04	3,35	0,0420
Error	209,49	18	11,64		
Total	329,97	23			

Anexo No. 30. Porcentaje de otros del remanente invierno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Otros (%)	24	0,17	0,00	108,39

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30,04	5	6,01	1,16	0,3645
Bloque	21,58	2	10,79	2,09	0,1526
Tratamiento	8,46	3	2,82	0,55	0,6570
Error	92,92	18	5,16		
Total	122,96	23			

Anexo No. 31. Porcentaje de otros del remanente primavera

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Otros (%)	24	0,48	0,34	73,45

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	81,42	5	16,28	3,36	0,0255
Bloque	3,23	2	1,61	0,33	0,7210
Tratamiento	78,20	3	26,07	5,38	0,0080
Error	87,17	18	4,84		
Total	168,59	23			

Anexo No. 32. Restos secos del disponible invierno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Restos secos (%)	24	0,58	0,46	33,05

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	376,54	5	75,31	4,96	0,0050
Bloque	101,08	2	50,54	3,33	0,0589
Tratamiento	275,46	3	91,82	6,04	0,0049
Error	273,42	18	15,19		
Total	649,96	23			

Anexo No. 33. Restos secos del disponible primavera

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Restos secos (%)	24	0,45	0,30	68,42

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	154,82	5	30,96	2,99	0,0389
Bloque	40,33	2	20,16	1,95	0,1717
Tratamiento	114,49	3	38,16	3,68	0,0315
Error	186,45	18	10,36		
Total	341,27	23			

Anexo No. 34. Restos secos del remanente invierno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Restos secos (%)	24	0,45	0,30	42,16

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	528,21	5	105,64	2,98	0,0394
Bloque	225,75	2	112,88	3,18	0,0655
Tratamiento	302,46	3	100,82	2,84	0,0668
Error	638,42	18	35,47		
Total	1166,63	23			

Anexo No. 35. Restos secos del remanente primavera

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Restos secos (%)	24	0,23	0,02	53,33

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	135,65	5	27,13	1,10	0,3959
BLOQUE	89,17	2	44,59	1,80	0,1933
Tratamiento	46,48	3	15,49	0,63	0,6072
Error	445,08	18	24,73		
Total	580,73	23			

Anexo No. 36. Suelo desnudo del disponible invierno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Suelo desnudo (%)	24	0,60	0,49	32,39

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	215,71	5	43,14	5,42	0,0033
Bloque	46,58	2	23,29	2,93	0,0793
Tratamiento	169,13	3	56,38	7,08	0,0024
Error	143,25	18	7,96		
Total	358,96	23			

Anexo No. 37. Suelo desnudo del disponible primavera

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Suelo desnudo (%)	24	0,73	0,65	35,71

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	716,48	5	143,30	9,57	0,0001
Bloque	79,08	2	39,54	2,64	0,0986
Tratamiento	637,39	3	212,46	14,19	0,0001
Error	269,42	18	14,97		
Total	985,89	23			

Anexo No. 38. Suelo desnudo del remanente invierno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Suelo desnudo (%)	24	0,51	0,38	31,12

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	446,42	5	89,28	3,80	0,0160
Bloque	183,58	2	91,79	3,90	0,0391
Tratamiento	262,83	3	87,61	3,72	0,0304
Error	423,42	18	23,52		
Total	869,83	23			

Anexo No. 39. Suelo desnudo del remanente primavera

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Suelo desnudo (%)	24	0,25	0,04	42,03

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	205,42	5	41,08	1,21	0,3438
Bloque	146,81	2	73,41	2,16	0,1438
Tratamiento	58,61	3	19,54	0,58	0,6382
Error	610,64	18	33,92		
Total	816,06	23			

Anexo No. 40. Porcentaje de cobertura promedio del raigrás en invierno

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Raigrás (%)	24	0,39	0,22	41,67

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	351,42	5	70,28	2,33	0,0844
Bloque	85,08	2	42,54	1,41	0,2691
Tratamiento	266,33	3	88,78	2,95	0,0606
Error	541,92	18	30,11		
Total	893,33	23			

Anexo No. 41. Porcentaje de cobertura promedio del trébol rojo en primavera

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Trébol rojo (%)	20	0,79	0,72	32,41

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2940,88	5	588,18	10,77	0,0002
Bloque	72,08	2	36,04	0,66	0,5322
Tratamiento	2868,80	3	956,27	17,52	0,0001
Error	764,33	14	54,59		
Total	3705,20	19			

Anexo No. 42. Crecimiento total forraje (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crec. de forraje (kg/ha)	12	0,90	0,82	11,76

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25978920,79	5	5195784,16	11,21	0,0053
Bloque	2553393,64	2	1276696,82	2,75	0,1418
Tratamiento	23425527,15	3	7808509,05	16,84	0,0025
Error	2782049,35	6	463674,89		
Total	28760970,13	11			

Anexo No. 43. Ganancia periodo invierno (kg/día)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GMD invierno (kg/día)	16	0,48	0,29	37,83

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo	0,65	4	0,16	2,52	0,1013	
Tratamiento	0,59	3	0,20	3,03	0,0753	
Peso kg (20-jun.)	4,9E-03	1	4,9E-03	0,08	0,7883	-9,4E-04
Error	0,71	11	0,06			
Total	1,36	15				

Anexo No. 44. Ganancia periodo primavera (kg/día)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GMD primavera (kg/día)	16	0,49	0,31	17,51

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo	0,52	4	0,13	2,68	0,0883	
Tratamiento	0,45	3	0,15	3,13	0,0698	
Peso kg (20-jun.)	0,10	1	0,10	1,97	0,1878	-4,2E-03
Error	0,53	11	0,05			
Total	1,05	15				

Anexo No. 45. Ganancia media diaria (kg/animal/día)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GMD (kg/animal/día)	16	0,23	0,00	21,78

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef.
Modelo	0,13	4	0,03	0,82	0,5385	
Tratamiento	0,07	3	0,02	0,57	0,6458	
Peso kg (20-jun.)	0,02	1	0,02	0,63	0,4425	-2,1E-03
Error	0,42	11	0,04			
Total	0,54	15				