

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y CARNE DE UNA
PRADERA PERMANENTE CON DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO**

por

**Martin Nicolás FIGUEREDO VELÁSQUEZ
Gabriel PÉREZ COUTINHO
Facundo Nicolás PÉREZ DENIS**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2021**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. María Elena Mailhos

Fecha: 16 de junio de 2021

Autores:

Martín Nicolás Figueredo Velásquez

Gabriel Pérez Coutinho

Facundo Nicolás Pérez Denis

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República por la formación académica recibida y a todos los docentes por el servicio brindado durante los años de nuestra formación académica.

A nuestras familias y amigos, por todo el apoyo dado durante toda la carrera.

A nuestro tutor Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani, por el tiempo y asistencia brindada a lo largo de todo el trabajo.

A todas las personas que hayan colaborado de forma directa e indirecta en la realización del trabajo de campo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. OBJETIVOS.....	1
1.1.1. <u>Objetivo general</u>	1
1.1.2. <u>Objetivos específicos</u>	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>	6
2.1.3. <u>Lotus corniculatus</u>	8
2.2. MEZCLAS FORRAJERAS.....	10
2.2.1. <u>Dinámica de las mezclas forrajeras</u>	13
2.2.2. <u>Clasificación de mezclas forrajeras</u>	14
2.2.2.1. Mezclas ultrasimple.....	14
2.2.2.2. Mezclas simples.....	15
2.2.2.3. Mezclas complejas.....	15
2.3. EFECTO DEL NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTURAS.....	16
2.3.1. <u>Importancia del nitrógeno en las plantas</u>	16
2.3.2. <u>Efecto del nitrógeno en las variables morfogénicas de gramíneas</u>	20
2.3.3. <u>Efecto del nitrógeno sobre la fijación biológica</u>	21
2.4. EFECTOS DEL PASTOREO	21
2.4.1. <u>Aspectos generales</u>	21
2.4.2. <u>Variables que establecen el pastoreo</u>	22
2.4.2.1. Intensidad.....	22
2.4.2.2. Frecuencia	24
2.4.2.3. Efecto sobre las especies que componen la mezcla y su producción.....	25
2.4.2.4. Efecto sobre la fisiología de las plantas	27
2.4.2.5. Efecto sobre el rebrote	27

2.4.2.6.	Efecto sobre las raíces.....	29
2.4.2.7.	Efecto sobre la utilización de forraje.....	30
2.4.2.8.	Efecto sobre la morfología y estructura de las plantas.	31
2.4.2.9.	Efecto sobre la composición botánica	33
2.4.2.10.	Efecto sobre la persistencia	34
2.4.2.11.	Efecto sobre la calidad	35
2.4.3.	<u>Efecto del pastoreo sobre el desempeño animal</u>	36
2.5.	PRODUCCIÓN ANIMAL	38
2.5.1.	<u>Introducción</u>	38
2.5.2.	<u>Relación entre consumo-disponibilidad-altura</u>	39
2.5.3.	<u>Relación asignación de forraje-consumo</u>	40
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	42
3.1.	CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES	42
3.1.1.	<u>Lugar y período experimental</u>	42
3.1.2.	<u>Información metodológica</u>	42
3.1.3.	<u>Descripción del sitio experimental</u>	42
3.1.4.	<u>Antecedentes y manejo previo del área experimental</u>	43
3.1.5.	<u>Tratamientos</u>	43
3.1.6.	<u>Diseño experimental</u>	44
3.2.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	45
3.2.1.	<u>Mediciones de las principales variables</u>	45
3.2.1.1.	Forraje disponible y remanente.....	45
3.2.1.2.	Altura del forraje disponible y remanente	46
3.2.1.3.	Producción de forraje	46
3.2.1.4.	Materia seca desaparecida	46
3.2.1.5.	Porcentaje de utilización	46
3.2.1.6.	Composición botánica	47
3.2.1.7.	Peso de los animales	47
3.2.1.8.	Ganancia de peso media diaria.....	47
3.2.1.9.	Oferta de forraje	47
3.2.1.10.	Producción de peso vivo por hectárea	47
3.3.	HIPÓTESIS PROPUESTAS	48
3.3.1.	<u>Hipótesis biológica</u>	48
3.3.2.	<u>Hipótesis estadística</u>	48
3.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	48

3.4.1. <u>Modelo estadístico</u>	48
3.4.1.1. Modelo para el análisis de la producción vegetal	48
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	50
4.1. DATOS METEREOLÓGICOS	50
4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE.....	51
4.2.1. <u>Forraje disponible</u>	52
4.2.1.1. Cantidad de forraje disponible.....	52
4.2.1.2. Altura del forraje disponible	55
4.2.2. <u>Forraje remanente</u>	56
4.2.2.1. Altura del forraje remanente.....	58
4.2.3. <u>Composición botánica</u>	59
4.2.4. <u>Forraje desaparecido</u>	63
4.2.5. <u>Producción de materia seca</u>	65
4.2.5.1. Tasa de crecimiento	65
4.2.5.2. Producción de forraje	67
4.2.5.3. Suelo descubierto.....	67
4.3. PRODUCCIÓN ANIMAL.....	70
4.3.1. <u>Ganancia de peso vivo por animal</u>	70
4.3.2. <u>Producción de peso vivo por hectárea</u>	72
5. <u>CONCLUSIONES</u>	74
5.1. CONSIDERACIONES GENERALES	74
6. <u>RESUMEN</u>	75
7. <u>SUMMARY</u>	76
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	77
9. <u>ANEXOS</u>	91

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Disponibilidad promedio de forraje en kg MS/ha de cada tratamiento.....	52
2. Evolución de la disponibilidad de forraje para cada pastoreo y tratamiento. .	53
3. Altura promedio del forraje disponible por tratamiento y vuelta de pastoreo.	55
4. Forraje remanente promedio en kg MS/ha de cada tratamiento.	56
5. Altura promedio del forraje remanente en cm para cada tratamiento.....	58
6. Composición botánica promedio del forraje disponible para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.....	59
7. Forraje desaparecido promedio para cada tratamiento, expresado en kg/ha MS.....	63
8. Producción total de materia seca según tratamiento (kg MS/ha).....	67
9. Porcentaje de suelo descubierto para el forraje disponible y remanente.....	68
10. Peso promedio inicial y final del período de estudio y carga promedio por tratamiento.....	70
11. Producción de carne por hectárea en kg/ha PV para cada tratamiento.....	72
Figura No.	
1. Esquema potrero No. 53. Disposición de bloques y tratamientos del diseño experimental.....	44
2. Registro de las precipitaciones durante el experimento, comparado con el promedio histórico.....	50
3. Registro mensual de temperatura promedio durante el período del experimento en comparación con el promedio histórico.....	51
4. Kg de materia seca disponible en función de la altura disponible.....	55
5. Evolución del forraje remanente (kg MS/ha) para cada tratamiento.	57
6. Kg de MS/ha remanente en función de la altura remanente.....	58
7. Evolución de la composición botánica de los tratamientos 1 y 2 a lo largo del período experimental.	61
8. Porcentaje de utilización del forraje disponible promedio para cada tratamiento.....	65
9. Tasa de crecimiento y temperatura promedio para cada pastoreo.	66

10. Evolución del % de suelo descubierto promedio en cada pastoreo tanto para el forraje disponible como para el remanente.	69
11. Ganancia media diaria por animal por tratamiento.	70

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay las alternativas para la producción de forraje se basan en un manejo ajustado y adecuado del campo natural, fertilización e interseembra de especies y reemplazo total de la vegetación hacia pasturas sembradas. Respecto a la última alternativa, existen distintas opciones, dentro de las cuales se presentan las pasturas mixtas de gramíneas y leguminosas, leguminosas puras y gramíneas puras con el agregado de nitrógeno (Carámbula, 2007a).

La inclusión de alternativas forrajeras (pasturas mezclas) generan una producción de forraje más estable a lo largo del año. En contraparte, debido a su alto costo de implantación y mantenimiento es necesario que dichas praderas presenten alta producción de forraje, por lo cual es importante estudiar alternativas que la maximicen, como ser el agregado de nitrógeno.

El nitrógeno es el nutriente más importante que limita la producción de las pasturas, existen tres fuentes de aporte de N. Las principales son: reciclaje por mineralización del suelo, residuos vegetales y animales, asociación con leguminosas y aplicación de fertilizantes nitrogenados. La fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico por parte de los rizobios presentes en las leguminosas es un factor clave en la producción de las pasturas, sin embargo, el agregado de nitrógeno como fertilizante debe ser considerado como una herramienta de manejo para modificar la producción de forraje a lo largo del año y cubrir ciertos momentos de deficiencia forrajera (Carámbula, 2007a).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

El objetivo general de este trabajo es evaluar la respuesta al agregado de nitrógeno sobre la producción de forraje y composición botánica de una pradera mezcla simple, en su segundo año de vida durante el período estivo-otoñal, compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. El segundo objetivo de este trabajo es evaluar la producción de carne individual y por hectárea de novillos Holando. A partir de esas variables se evaluará la producción de forraje y carne en función del agregado de nitrógeno.

1.1.2 Objetivos específicos

- Comparar la producción de forraje en los dos tratamientos (kg MS/ha).
- Evaluar la evolución de la composición botánica y enmalezamiento de cada tratamiento.
- Evaluar y comparar la producción de carne en términos de producción individual (kg PV/animal) y producción por hectárea (kg PV/ha).

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, que debido a su característica de producir forraje temprano en otoño y a fines de invierno puede ser clasificada como una pastura precoz de vida larga. Es una de las gramíneas más importante para las pasturas sembradas dada su gran adaptación a diferentes ambientes (Carámbula, 2007a).

Es un cultivo que presenta adaptabilidad a un amplio rango de suelos, de medios a pesados. Prospera mejor en suelos con buena fertilidad, humedad y más bien arcillosos. Se adapta a un amplio rango de pH (4,5-9,5), siendo la gramínea más plástica en este sentido. Debido a su extenso y denso sistema radicular, tiene buena respuesta en suelos con bajo drenaje e inundables (Carámbula, 2007a).

Según Langer (1981), la festuca presenta un establecimiento lento, a raíz de esto es susceptible a la competencia ejercida por otras especies. Como consecuencia la producción en el primer año es baja. Sin embargo, si se realiza un correcto manejo puede persistir muchos años. El peso de mil semillas determina la calidad y vigor inicial que posteriormente estará afectando el número de plantas establecidas, el peso adecuado de las mismas variará según el cultivar utilizado (Formoso, 2010). Florece relativamente temprano y consta con un crecimiento primaveral excelente en relación al raigrás. El pobre establecimiento de la festuca, también se explica por la baja movilización de reservas de la semilla, generando un lento crecimiento radicular (Carámbula, 2007a).

Según Formoso (2010), los macollos constituyen la unidad básica de producción, la capacidad de producir forraje va a depender de la cantidad de macollos, de la condición fisiológica y del vigor de los mismos. En la fase vegetativa, aumenta el número de macollos conforme avanza la estación de crecimiento, desde el otoño al invierno, alcanzando los máximos valores a fines del período invernal. Posteriormente, en verano se observa el mínimo número de macollos. Además de esto, Formoso (1996) explica que, durante el período estivo otoñal se constata el menor número de puntos de crecimiento.

Según García (2003), la festuca crece todo el año y durante el verano reduce el ingreso de malezas y gramíneas estivales. Ésta admite defoliaciones intensas y relativamente frecuentes, ya que presenta sustancias de reserva que se encuentran en las raíces y rizomas cortos, que forman la corona de las plantas. Por lo general, las plantas presentan altas áreas foliares remanentes luego de pastoreo (MacKee, citado por Carámbula, 2019). Matches, citado por Carámbula (2007a) indica que, si existen períodos de pastoreos intensos muy prolongados van a ser desfavorables para el crecimiento de la festuca. Este tipo de manejo puede ser perjudicial y hacer peligrar la productividad debido a la falta de latencia estival y la ausencia de órganos apropiados para acumular altos volúmenes de reserva (Carámbula, 2007a). Mientras que, se vería beneficiada por pastoreo rotativo y puede tolerar defoliaciones intensas, salvo en verano donde los pastoreos rasantes reducen su producción futura y su persistencia (García, 2003).

El pastoreo de la festuca debe realizarse de tal manera que ésta no crezca demasiado, ni que se produzca el alargamiento de los entrenudos, de lo contrario, si no se realiza un manejo adecuado se ve afectada la terneza y a raíz de esto la digestibilidad y la apetecibilidad (Carámbula, 2007a). Un correcto manejo de pastoreo, es aquel que se realiza cuando la pastura tiene una altura de alrededor de 10 cm. Por encima de este nivel se pierde valor alimenticio, dado esto se recomienda el corte para heno y ensilaje en lugar de pastoreo (Langer, 1981).

La festuca presenta naturalmente hongos internos que colonizan principalmente vainas y hojas inferiores, posteriormente cuando la planta florece el hongo coloniza la semilla. Se trata de un hongo endófito (*Neotyphodium coenophialum*) el cual produce dentro de la planta una serie de alcaloides, donde algunos de estos le confieren ventajas adaptativas, pudiendo ser tolerancia a la sequía, mayor tolerancia a insectos y nematodos, aumento del macollaje, persistencia y el rendimiento potencial. No obstante, son nocivos para los animales, pudiendo causar problemas de toxicidad conocido como festucosis (Ayala et al., 2010).

Larrambebere et al. (1990) señalan que, *“todo animal que consume festuca es afectado cuando la planta se haya infectado. Cuando se compararon las performances en animales con pasturas con alto y bajo nivel de infestación, se detectó una depresión promedio de aproximadamente 50% en la ganancia diaria de los animales sobre pasturas con alto nivel de infestación”*.

En cuanto a la fertilización, debido a su alta producción y su rápido rebrote, esta especie requiere suelos fértiles y un manejo intensivo si se quiere aprovechar su máximo potencial. Por esta razón, esta especie necesita un alto

suministro de nitrógeno, sea éste a través de fertilización nitrogenada o mediante la siembra de leguminosas asociadas. Por presentar hoja relativamente erecta le permite coexistir con especies de leguminosas, en especial *Trifolium repens* (Carámbula, s.f.). Silva, citado por Carámbula (s.f.), halló en *Festuca arundinacea* una producción de 19,5 kg de MS adicional por cada kg de nitrógeno agregado.

El cultivar seleccionado para la realización del experimento es INIA Aurora.

Según Ayala et al. (2010), se deben tener en cuenta una serie de aspectos prácticos para la correcta elección del cultivar de festuca. Algunos de los criterios que se pueden manejar son: a) tipo continental o mediterráneo, b) fecha de floración, c) tolerancia a roya, d) estructura de planta y hábito de crecimiento, e) calidad y f) rendimiento total y estacional.

- a) Las de tipo continental tienen la facultad de crecer en todas las estaciones del año y presentan hojas anchas, con hábito de crecimiento intermedio, siendo estas las más utilizadas a nivel mundial. Mientras que las de tipo mediterráneo presentan excelente potencial de crecimiento invernal, pero con el inconveniente de poseer latencia estival, lo cual las hace vulnerable al enmalezamiento en verano.
- b) Los momentos de floración hacen variar la cantidad y calidad de oferta de forraje en un momento dado, por lo tanto, repercute en el manejo.
- c) La roya afecta directamente a la persistencia de las plantas y también afecta al consumo animal.
- d) La estructura de la planta y el hábito de crecimiento va a estar determinado según el tipo de producción y manejo que se desee llevar a cabo.
- e) La calidad está relacionada a la cantidad de forraje consumido por los animales, a medida que aumenta este parámetro aumenta el consumo de forraje. Con el aumento de la calidad se puede requerir un manejo diferencial para evitar daños por sobrepastoreo.
- f) Tener en cuenta el rendimiento total a partir de la información disponible.

El cultivar INIA Fortuna fue obtenido en La Estanzuela, haciendo énfasis en la calidad del forraje (DMO y FDN), flexibilidad y sanidad foliar. La floración de este cultivar es más tardía con respecto a otras variedades como E. Tacuabé, permitiendo un mayor período de aprovechamiento del forraje. Es un

cultivar que tiene como característica la producción de forraje durante todo el año, presentando rendimientos similares a E. Tacuabé y claramente superior a los demás cultivares de similar ciclo. Este mayor rendimiento se combina con una excelente resistencia a la roya, destacándose por su menor susceptibilidad frente a los demás cultivares (Ayala et al., 2010).

Para esta variedad se recomienda realizar la siembra a mediados de marzo, utilizando como mínimo densidades de 10-12 kg de semilla por hectárea, se asocia bien con especies de leguminosas. Es recomendable realizar pastoreo rotativo presentando como norma general un ingreso de los animales a la pastura con 15-18 cm de altura y dejando un remanente no menor a 5 cm. En la primavera se deben realizar pastoreos más intensos y frecuentes de forma tal de evitar la encañazón. Por contraparte en los meses estivales la defoliación debe ser realizada de forma menos intensa y con menor frecuencia, ingresando a igual altura y dejando un remanente de 7-10 cm (Ayala et al., 2010).

Según INIA e INASE (2013), en el primer año de vida INIA Fortuna produjo en promedio de siembras de los años 2011, 2012 y 2013, un total de 8561 kg MS/ha, en el segundo año se produjo 11485 kg MS/ha, mientras que en su tercer año 7974 kg MS/ha. La producción total promedio lograda por el cultivar INIA Fortuna, corresponde a 28021 kg MS/ha en los tres años de evaluación.

2.1.2 Trifolium repens

El *Trifolium repens* es una leguminosa perenne invernada, pero su mayor producción se registra en primavera. Dependiendo de las condiciones del verano el hábito de vida puede ser anual, bienal o de vida corta (Carámbula, 2019).

Esta especie presenta un hábito estolonífero el cual constituye una característica muy valiosa de la especie debido a que se utiliza para praderas de pastoreo intenso, presentando muchos tallos postrados que producen raíces adventicias en cada nudo (Langer, 1981). De igual forma Carámbula (2019) sostiene que, el trébol blanco presenta altos rendimientos de materia seca y buena adaptación al manejo intenso a causa de su porte rastrero, meristemas contra el suelo, índice de área foliar bajo, hojas jóvenes en el estrato inferior y hojas maduras en el estrato superior favoreciendo esto a manejos intensivos de pastoreo.

Según Brougham, citado por Foglino y Fernández (2009), el trébol frente a un régimen de defoliación severo pierde competencia frente a las

gramíneas, se reduce el tamaño de hojas y se ve afectado el crecimiento de las plantas. Lo mismo ocurre frente a períodos secos. Muslera y Ratera (1984) indican que, esta especie al poseer este hábito de vida se caracteriza por ser una de las especies de mejor adaptación al pastoreo en las praderas de las regiones templadas de todo el mundo.

Por contraparte Frame (1996) indica que, con pastoreos poco frecuentes y con alta densidad de plantas de la especie acompañante, la entrada de luz a los estratos más bajos disminuye generando una reducción en el número de puntos de crecimiento y como consecuencia ocurre una disminución en los contenidos totales de carbohidratos de la planta. De lo contrario si la densidad de la especie acompañante es baja existe una acumulación de carbohidratos totales disponibles en los estolones.

El trébol blanco es la especie más utilizada en aquellas zonas que presentan veranos con temperaturas moderadas y que la humedad no es limitante, esta especie con escasez de agua puede presentar problemas durante el verano, donde inclusive pueden perderse muchas plantas y en este caso se comportaría como una especie anual (Carámbula, 2019).

Carámbula (2019) señala que, el *Trifolium repens* tiene una mayor adaptabilidad a suelos medianos a pesados no tolerando suelos superficiales, mejor adaptado a suelos fértiles y húmedos. Requiere y responde a niveles crecientes de fósforo y tiene un alto potencial de fijación de nitrógeno. Por otra parte, es una especie que presenta bajo vigor inicial, establecimiento lento, sin embargo, presenta muy buena semillazón y resiembra natural.

Esta especie presenta elevado valor nutritivo, sin embargo, el riesgo por meteorismo en primavera es alto, de esta manera es necesario realizar la siembra en conjunto a una gramínea, para así evitar el desbalance y reducir el riesgo de meteorismo (Carámbula, 2019).

El trébol blanco es utilizado como mezcla en praderas para elevar el valor nutritivo de las mismas, debido a su alta digestibilidad y excelente apetecibilidad, superando las demás leguminosas forrajeras (Carámbula, 2019).

Los cultivares de trébol se clasifican de acuerdo al tamaño de las hojas. Se agrupan en cultivares de hoja pequeña, tamaño intermedio y grande. Los de hoja pequeña son los de tipo salvaje, son muy postrados, de estolones largos, flores y hojas pequeñas, ciclo corto y bajo rendimiento. Estos cultivares tienen como virtud ser persistentes. Los de hojas de tamaño intermedio presentan caracteres intermedios entre ambos grupos y se utilizan principalmente en pasturas de vida corta a media. Los cultivares de hoja grande en su mayoría

son de tipo ladino, de porte más alto, presentan estolones gruesos, hojas y flores grandes. Estos últimos presentan buena producción en condiciones de humedad siempre y cuando el manejo sea aliviado (Carámbula, 2019).

El cultivar de *Trifolium repens* utilizado en el ensayo fue Estanzuela Zapicán. El origen de este cultivar radica a partir de clones de trébol blanco Selección Santa Fé. El mismo fue introducido a Uruguay desde la provincia de Santa Fé, Argentina y desde 1965 hasta la fecha lleva el nombre de Estanzuela Zapicán. Este ha sido multiplicado en la zona de la Estanzuela y en la región litoral Suroeste y forma parte del registro de forrajeras certificadas que se realiza en el servicio de semillas de la Estanzuela (Pristch, 1976).

Es un cultivar que presenta hoja grande, erecta, rápido establecimiento, alta producción invernal, presentando una floración temprana y abundante, muy buena adaptación a la región y se adapta a distintos usos. Este cultivar se caracteriza por tener una abundante semillazón, la cual asegura un buen banco de semillas en el suelo para una buena resiembra (Ayala et al., 2010).

Tiene un buen comportamiento en suelos de textura medias a pesadas y especialmente en mejoramientos de bajos. Se aconseja utilizar densidades de siembra de 2-4 kg/ha y en cuanto a la fertilización requiere un buen nivel de fósforo para mostrar su potencial (12-15 ppm Bray I). Presenta buena adaptabilidad a pastoreos frecuentes, adaptándose a praderas convencionales y también a mejoramientos extensivos (Ayala et al., 2010).

Según INIA e INASE (2019), la producción del primer año es de 7211 kg MS/ha, en el segundo año la producción es de 10367 kg MS/ha y en el tercer año 6375 kg MS/ha, presentando un acumulado en los tres años de 23953 kg MS/ha.

2.1.3 *Lotus corniculatus*

Es una leguminosa perenne estival, con porte erecto a decumbente según el cultivar. Presenta un sistema radicular pivotante profundo, se adapta a un amplio rango de suelos y es recomendable en suelos donde la alfalfa no prospera (Carámbula, 2019).

Su resistencia a la sequía, alto valor nutritivo y su persistencia hacen que sea una especie apta para ser incluida en mezclas forrajeras (Formoso, citado por Carámbula, 2019). El lotus es una especie muy plástica que se puede desarrollar tanto en suelos arenosos como arcillosos. A su vez, puede crecer en suelos demasiado húmedos y pesados para la alfalfa o demasiados secos para el trébol blanco. Tiene la facultad de subsistir en suelos

moderadamente ácidos o alcalinos, aunque estos presenten bajo porcentaje de fósforo (Carámbula, 2019).

García, citado por Carámbula (2019) señala que, este lotus es muy sensible a las prácticas de manejo. Se beneficia con pastoreos rotativos con una frecuencia de defoliación de 20-25 cm dejando un rastrojo no menor a 7,5 cm. Los cultivares erectos deben ser pastoreados con menor intensidad. Es importante permitir semillar para lograr un buen reclutamiento otoñal de plantas, que reemplacen aquellas que se han perdido y así lograr una buena persistencia (Pereira, 2007).

La tasa de crecimiento máxima es en primavera y está en torno a 40 kg/MS/ha día y ocurre en la primavera del segundo año de vida (Díaz Lago et al., 1996).

El lotus presenta una disposición de los tallos que determina que las hojas más nuevas se encuentren en la parte superior, siendo estas muy susceptibles al pastoreo, con esto el área foliar remanente presenta una baja capacidad fotosintética, entonces el rebrote en gran parte va a depender de las reservas acumuladas en la corona (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Según Smith, citado por Carámbula (s.f.) al llegar al otoño, con el acortamiento de los días y la reducción de la temperatura el crecimiento de tallos axilares en parte se detiene, esto permite un discreto incremento en el volumen de sustancias de reserva, esta pequeña acumulación de reserva es muy importante debido a que permite que los nuevos rebrotes sean desde la corona. Durante las demás épocas del año el crecimiento es a partir de las yemas axilares, impidiendo la acumulación de reservas.

Como el lotus acumula reservas principalmente en otoño no se debe realizar un manejo abusivo en esta época de forma tal de no interferir en dicho proceso y que no se vea comprometido la persistencia durante el invierno y los rebrotes en primavera (Carámbula, s.f.).

La calidad del forraje del lotus, no disminuye rápidamente con el avance del ciclo como ocurre en alfalfa (Buxton, citado por Carámbula, 2019) y mantiene una buena calidad para ser digerido (Collins, citado por Carámbula, 2019). Puede ser utilizado en mezcla con gramíneas perennes y también ser sembrado puro debido a que no produce meteorismo (Carámbula, s.f.).

El lotus es susceptible a enfermedades fúngicas en raíz y corona, tales como *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* (Altier, citado por Carámbula, 2019). Beuselinck, citado por Carámbula (2019) afirma que, es de mayor

importancia desarrollar cultivares resistentes a enfermedades que busquen mayor resistencia por hábito de crecimiento.

Respecto a la fertilización responde muy bien al agregado de fósforo y al encalado (Carámbula, 2019).

El cultivar de *Lotus corniculatus* designado para el ensayo fue Rigel (LE 212), la base genética del mismo está integrada por INIA Draco, Estanzuela Ganador, Rodeo y Goldie. Su máximo potencial de producción se da en suelos fértiles y con buena capacidad de almacenamiento de agua, aunque también se adapta a suelos de baja fertilidad. Al igual que los demás lotus, produce alta cantidad de forraje y requiere menores niveles de fósforo que otras leguminosas. Al realizar manejos de defoliación adecuado, este cultivar puede persistir en veranos secos o períodos moderados de sequía (Ayala et al., 2010).

Conforme Carámbula (2019), la densidad de siembra para lotus en mezclas es de 4-10 kg/ha, si la siembra es únicamente con lotus se recomienda 10-12 kg/ha.

Para el cultivar seleccionado se recomienda una densidad de siembra igual a la recomendada para otros cultivares de esta especie (Ayala et al., 2010).

El cultivar Rigel no produce meteorismo y tiene alto valor de digestibilidad a lo largo del año. A su vez, por presentar elevada producción de forraje desde su establecimiento es recomendado para producciones intensivas (Ayala et al., 2010).

La producción de este cultivar para el primer año de vida es de 7364 kg MS/ha, en el segundo año reportó 15611 kg MS/ha, y en tercer año 5579 kg MS/ha, generando un total acumulado de 28554 kg MS/ha (INIA e INASE, 2015).

2.2 MEZCLAS FORRAJERAS

Una mezcla forrajera es una población artificial compuesta por varias especies que difieren morfológica y fisiológicamente. Esta asociación artificial da como resultado un proceso complejo de interferencias, donde se generan resultados de mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de la otra, mutuo beneficio o sin interferencia entre especies (Carámbula, 2019).

La utilización de praderas mezclas en lugar de cultivos puros se debe a la mayor producción y uniformidad estacional que esta presenta. Las mezclas

reportan menor variabilidad productiva entre años y a su vez, confiere ventajas en la alimentación debido a la mayor calidad y menor riesgo de meteorismo (Schneiter, citado por Arenares et al., 2011).

Según Santiñaque y Carámbula (1981), una mezcla forrajera debe tener como objetivo producir altos rendimientos de materia seca de elevado valor nutritivo durante varios años. Es importante que la producción anual se distribuya uniformemente a lo largo del año. El logro de los objetivos mencionados se ve limitado por la variación estacional, los parámetros climáticos y una constante desuniformidad de las condiciones ambientales para el crecimiento de las plantas.

Correa, citado por Cairús y Regusci (2013) indica que, al momento de la elección de especies a incluir en la mezcla se debe tener en cuenta: la adaptación edáfica de la especie, la zona geográfica donde se va a sembrar, el destino del recurso, duración de la pradera, momento de aprovechamiento y el sistema de producción.

Carámbula (2019) señala que, para obtener una mezcla forrajera eficiente se deben conocer características fisiológicas y morfológicas de las especies que la van a conformar y buscar la mejor interacción entre ellas. Se busca que los sistemas radiculares sean de diferente extensión y profundidad, que el crecimiento aéreo se distribuya en distintos horizontes, que presenten exigencias contrastantes de nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo), que la fertilidad exigida por especie sea lo más parecida posible y que requieran una frecuencia e intensidad de pastoreo similar. En la práctica es muy difícil lograr todos estos objetivos, sin embargo, se deben buscar mezclas que permitan una mejor explotación del medio ambiente en su totalidad, utilizando gramíneas de alto potencial de rendimiento y leguminosas con alta capacidad de fijar nitrógeno.

Santiñaque (1979) afirma que, otro de los factores importantes es la competencia entre especies. Independientemente de la cercanía entre estas si el contenido de agua, nutrientes, luz y calor supera las necesidades de ambas no habrá competencia. Basta con que uno de estos factores se encuentre por debajo de las necesidades de ambas para que se inicie la competencia.

Según Carámbula (2019), al instalar una pastura el propósito es lograr una mezcla mixta bien balanceada de gramíneas y leguminosas, lo ideal es que esté compuesta por 60-70% de las primeras, 20-30% de las segundas y 10% de malezas. Las gramíneas, siendo la columna vertebral de la pastura, aportan: a) producción sostenida por muchos años, b) adaptación a gran variedad de suelos, c) facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuadas, d) explotación

total del nitrógeno simbiótico, e) estabilidad en la pastura, f) baja sensibilidad a pastoreo y corte, g) baja susceptibilidad a enfermedades y plagas, y h) baja vulnerabilidad de las invasiones de malezas.

Las leguminosas por su parte, se ofrecen como: a) dadoras de nitrógeno a las gramíneas, b) poseedora de alto valor nutritivo para completar la dieta animal, y c) promotoras de fertilidad en suelos naturalmente pobres (Carámbula, 2019).

Según Zanoniani y Boggiano, citados por Cairús y Regusci (2013), la cantidad de nitrógeno fijado en los nódulos de las leguminosas no es suficiente para cubrir sus propias necesidades durante el primer año y los inviernos, ya que se descarta la capacidad de ofrecérselo a las gramíneas en la mezcla.

Las mezclas que comprenden gramíneas y leguminosas presentan una serie de características de gran importancia. En las mezclas, las especies pueden compensar su crecimiento frente a diferentes factores climáticos, edáficos y de manejo, generando un alargamiento del período de productividad y con esto un aumento en la flexibilidad de su utilización (Blaser et al., citados por Carámbula, 2019).

Algo muy importante a tener en cuenta al momento de la elección de los componentes de la mezcla, es que no se debe tomar como principal objetivo el máximo rendimiento de cada uno de ellos, sino los menores riesgos de enmalezamiento y el mayor valor nutritivo del forraje, mediante una entrega mejor balanceada del mismo. A través de la utilización de la mezcla, se busca formar pasturas de elevada calidad y con buena persistencia, siendo este el objetivo principal en todos los establecimientos ganaderos (Carámbula, 2019).

Carámbula (1991) afirma que, la mayoría de las pasturas utilizadas presentan un desequilibrio a favor de las leguminosas debido a que es más fácil establecer leguminosas que gramíneas. Este desbalance se ve más acentuado cuando las mezclas se siembran sobre suelos pobres o degradados.

Según Carámbula (1991, 2007a), si bien las pasturas cultivadas permiten superar la productividad y calidad de las pasturas naturales, estas presentan características que limitan su buen comportamiento. La fase de implantación es particularmente crítica en los sistemas de producción de pasturas del Uruguay. Además, existe un desequilibrio acentuado a favor de la fracción leguminosa en los primeros años de vida, por este motivo se podría generar un enmalezamiento prematuro durante el verano en caso de que ocurran eventos desfavorables. Otro problema es la evolución hacia una estacionalidad marcada, causando picos de máxima y mínima producción cada

vez más acentuados. Estos factores ya mencionados, conducen a una baja persistencia y estabilidad, provocando que las pasturas de la región se pierdan a temprana edad.

Para la elección de especies que van a conformar la mezcla forrajera se deben considerar tres factores fundamentales: suelo, clima y propósito (Carámbula, 2010).

Referido al suelo, los factores más importantes a tener en cuenta, son la textura, la fertilidad, la profundidad, el drenaje y el pH. En cuanto al clima es importante considerar la luz, temperatura y humedad. El efecto de la temperatura debe estar contemplado en la época de siembra, aunque la época y velocidad de germinación van a depender también de la luz y humedad (Carámbula, 2019).

Respecto al agua, el nivel de disponibilidad va a estar relacionado con la textura y profundidad de los suelos, por lo tanto, es un factor importante a conocer. En relación al propósito, es importante determinar la necesidad a cubrir con la pastura para elegir las especies adecuadas (Carámbula, 2019).

2.2.1 Dinámica de las mezclas forrajeras

La superioridad de las leguminosas frente a gramíneas tiene su aspecto positivo respecto a la performance animal, pero en contraparte conduce a pasturas de baja persistencia, ya que, una vez incrementado el nivel de nitrógeno en el suelo por fijación simbiótica, la invasión de especies con mayor adaptabilidad, pero con menor productividad termina dominando las praderas (Carámbula, 1991).

En la búsqueda de un buen balance entre gramíneas y leguminosas, cuando se aumenta la relación gramínea/leguminosa se produce una disminución de la producción animal. En cambio, cuando se busca aumentar la proporción de leguminosas, la producción animal aumenta, pero existen riesgos de meteorismo (Carámbula, 2004). Minson y Milford (1967) afirman que, con la presencia de 10% de leguminosas en una pastura, el consumo voluntario puede aumentar hasta un 50% y con esto promover buenas ganancias de peso en los animales.

La forma de variar las proporciones de las diferentes especies es a través del manejo eficiente de la luz, a partir de la defoliación. Respecto a esto, con defoliaciones frecuentes se ven favorecidas la mayoría de las leguminosas (Carámbula, 2004).

Hall y Vough (2007) sostienen que, al incluir 40% o más de gramíneas en las mezclas se reduce considerablemente el riesgo de meteorismo provocado por las leguminosas. Además de esto, las mezclas de gramíneas y leguminosas perennes compiten mejor con malezas.

Campbell et al. (1999) afirman que, la complementariedad de los ciclos de crecimiento entre especies invernales y estivales, permite que las pasturas exploten con mayor eficiencia el medio ambiente.

2.2.2 Clasificación de mezclas forrajeras

2.2.2.1 Mezclas ultrasimple

Son aquellas formadas por una gramínea y una leguminosa, ambas de ciclo estival o invernal. La mezcla festuca-trébol blanco, es representativa de aquellas asociaciones formada por una gramínea y una leguminosa, ambas perennes de ciclo otoño-inverno-primaveral. En la mezcla mencionada, la producción invernal es baja, pero en primavera se registra su mayor crecimiento, mientras que en verano su producción de materia seca dependerá de la temperatura y la humedad del suelo (Carámbula, 2019).

Según Carámbula (2007b), el uso de gramíneas perennes estivales es poco común debido al menor contenido de energía neta, proteína cruda y fósforo respecto a las gramíneas perennes invernales, lo cual afecta a la producción animal. Por otra parte, el uso de estas especies podría ser favorable ya que deprimen el establecimiento de las malezas en el verano.

En los primeros años de las mezclas ultrasimple invernales, dominan las leguminosas, a partir del tercer año se afirman las gramíneas si estas fueron bien implantadas. Las leguminosas pueden sufrir importantes pérdidas en los veranos secos, por lo que es de suma importancia favorecer la formación de bancos de semilla. Estas mezclas invernales presentan riesgos de enmalezamiento durante el verano, en particular de gramilla (Carámbula, 2019).

La combinación paspalum-lotus es representativa de asociaciones formadas por una gramínea y una leguminosa de ciclo primavero-estivo-otoñal. Estas mezclas presentan una marcada estacionalidad de producción concentrada en primavera-verano con rendimientos muy bajos el resto del año (Carámbula, 2019).

La condición necesaria para que una mezcla ultrasimple rinda más que sus componentes por separado, es que esté conformada por especies de diferente ciclo, para que exista la menor superposición posible y no haya competencia entre los componentes de la mezcla (Harris y Lazenby, 1974).

2.2.2.2 Mezclas simples

Las mezclas simples son la combinación de una mezcla ultrasimple más una gramínea o leguminosa de ciclo complementario, siendo festuca-blanco-lotus la asociación representativa (Langer, 1981).

La modificación que se hace mediante la inclusión de una especie de ciclo complementario, permite distribuir mejor la entrega de forraje a lo largo del año, aspecto que muchas veces es más importante que obtener los mayores rendimientos de cada especie (Carámbula, 2019).

Cuando se trata de mezclas simples instaladas en suelos pobres se debería favorecer a la fracción leguminosa y en los suelos ricos a la fracción gramínea. En los primeros, la inclusión de leguminosas en mayor proporción es necesaria si se quiere elevar rápidamente la fertilidad del suelo, así mismo este proceso dependerá de la cantidad de fertilizante fosfatado aplicado. En los segundos es recomendable un incremento de la fracción gramínea para que aprovechen la fertilidad disponible dado que estas utilizan con mayor eficiencia el nitrógeno del suelo (Langer, 1981).

En particular, la mezcla festuca-blanco-lotus, de gran utilización, es muy indicada para rotaciones largas por su buen comportamiento a largo plazo (Formoso, citado por Carámbula, 2019).

2.2.2.3 Mezclas complejas

Por último, las mezclas complejas pueden ser de ciclos similares o de ciclos complementarios, ejemplos característicos para estas son: festuca-falaris-trébol blanco-trébol rojo (ciclos similares) y lotus-paspalum-festuca-trébol blanco (ciclos complementarios), cabe destacar que estas son de difícil establecimiento y manejo (Langer, 1981).

La utilización de estas mezclas se justifica cuando existe falta de cultivos adaptados y seleccionados, baja calidad de semilla, uso limitado de fertilizantes, falta de inoculantes específicos y desconocimiento de manejo adecuado (Carámbula, 2019).

Langer (1981) afirma que, es imposible proveer condiciones de establecimiento y manejo óptimo para todas las especies, como consecuencia algunas especies desaparecen pronto.

Cabe resaltar que, cuantas más especies compongan la mezcla es más difícil mantener el balance deseable entre sus componentes. Diferentes condiciones de suelo, fertilidad y pastoreo generan la dominancia de una

especie sobre otra, esto trae como resultado la pérdida de especies y como consecuencia se generan mezclas simples o cultivos puros (Carámbula, 2019).

A medida que se aumenta el número de especies en la mezcla, las contribuciones individuales de cada componente disminuyen, sin embargo, las especies deprimidas en uno o dos períodos del año pasan a ser dominantes en otros, donde tienen ventajas comparativas de crecimiento, estas complementaciones posibilitan aumentar los rendimientos globales de las asociaciones (Formoso, 2010).

Referido al valor nutritivo, este depende del estado de desarrollo de las especies que componen la mezcla, el cual debe coincidir entre especies. Un forraje compuesto por muchas especies en distintos estados de desarrollo es de menor valor que el producido por especies individuales, mezclas simples o ultrasimples (Carámbula, 2019).

2.3 EFECTO DEL NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTURAS

2.3.1 Importancia del nitrógeno en las plantas

Las plantas necesitan más nitrógeno que ningún otro elemento, y por esta razón la carencia de nitrógeno limita normalmente el potencial de producción de las praderas (Ruiz et al., 2011).

El nitrógeno es el nutriente vital que limita la producción de forraje de todas las pasturas. Sin embargo, el fósforo es una de las principales claves para resolver la disponibilidad de N, a través de su efecto positivo sobre el crecimiento de las leguminosas. El fósforo también ayuda a lograr un uso más eficiente por parte de las gramíneas del nitrógeno aportado por las leguminosas (Carámbula, 2019).

Este nutriente juega un rol esencial en el crecimiento de las plantas, ya que es constituyente de moléculas como: a) clorofila; b) aminoácidos esenciales; c) proteínas; d) enzimas; e) nucleoproteínas; f) hormonas; g) trifosfato de adenosina (ATP). Además, el N es esencial en muchos procesos metabólicos como por ejemplo la utilización de carbohidratos (Perdomo y Barbazán, s.f.).

El contenido de nitrógeno en la planta oscila entre 1-5% del peso seco total de la misma. En general los tejidos jóvenes presentan un contenido mayor de N, y las leguminosas tienen concentraciones mayores que las gramíneas (Perdomo y Barbazán, s.f.).

Se absorbe por raíz, en formas iónicas, como el nitrato (NO_3^-). y el amonio (NH_4^+). Como la mayor parte del N del suelo está en forma orgánica es necesaria una actividad microbológica que lo convierta en amonio o nitrato. Si la planta absorbe nitrato tiene que reducirlo a forma amoniacal antes de que pase a formar parte de los compuestos orgánicos. El amonio no se acumula, sino que se incorpora directamente a compuestos como la glutamina, procedentes del ciclo de Krebs (Formoso, 1994).

La deficiencia de N en plantas disminuye el crecimiento y la producción de clorofila, de este modo aparece clorosis (hojas de color amarillo). La clorosis empieza en las hojas de mayor edad, aunque puede aparecer clorosis en las hojas más jóvenes. Además, produce disminución del tamaño de los frutos y su cuajado (Formoso, 1994).

La acumulación de N en la planta en función del tiempo, sigue una curva sigmoide, donde la acumulación al principio es escasa porque la planta recién se está desarrollando. Luego ocurre una etapa de máxima absorción de N que corresponde al período de activo crecimiento y finalmente, la tasa de absorción de N se reduce. Las tasas de absorción y la duración de cada una de estas etapas dependen de factores tales como especie, variedad, manejo, etc. (Perdomo y Barbazán, s.f.).

En períodos donde las temperaturas son demasiado bajas, como para permitir la fijación de nitrógeno por parte de las leguminosas, pero suficientemente alta como para permitir un crecimiento de las gramíneas, es que el agregado de nitrógeno al suelo cobra un papel más importante (Langer, 1981).

En cuanto a la respuesta a la fertilización nitrogenada, existe una menor eficiencia del uso de este nutriente, a medida que las pasturas envejecen (Pollit, citado por Carámbula, 2019).

En general la eficiencia de aplicación de fertilizantes nitrogenados se estima que ronda el 50%. Este comportamiento puede ser mejorado fraccionando las aplicaciones en 3-5 veces durante el período de crecimiento, esto va a variar según las condiciones ambientales imperantes y las especies que componen la pastura (René y Undurraga, 2006).

El nitrógeno agregado como fertilizante se puede ver afectado por factores climáticos, edáficos o según la especie tratada. Dentro de los primeros la temperatura y la humedad son las variables que afectan en mayor medida la respuesta del nitrógeno. Con niveles altos de humedad se producen pérdidas de nitrógeno por lavado y por falta de oxígeno el cual retarda el crecimiento de

las raíces. Por su parte, con temperaturas más bajas de lo normal, se limita el crecimiento de las pasturas y por consiguiente los rendimientos (Carámbula, 2019).

Respecto a los factores edáficos, en suelos con importantes niveles de nitrógeno, los efectos positivos de las fertilizaciones con este nutriente son menores a las que se obtienen en suelos pobres. Por último, la magnitud de la respuesta varía con la especie que ha recibido la fertilización. Especies anuales pueden responder mejor al nitrógeno que las perennes, asimismo dentro de cada grupo el comportamiento puede ser diferente (Carámbula, 2019).

Rebuffo (1994) afirma que, el uso cuidadoso de fertilizantes nitrogenados durante el período de establecimiento de las pasturas puede aumentar el rendimiento en invierno, sin afectar mayormente el desarrollo de las especies sembradas. La fertilización nitrogenada de verdeos y pasturas mezcla pueden ser una herramienta estratégica para aumentar la oferta de forraje en invierno. El desarrollo de ese sistema de manejo está sujeto a las fluctuaciones de precio del fertilizante, ya que el uso rentable del N, dependerá del precio y de la respuesta de la pastura, en términos de forraje extra producido y la eficiencia de utilización del mismo.

La respuesta a la fertilización dependerá de la dosis y el momento de aplicación, es decir de la tasa potencial de crecimiento de la pastura en ese momento, condicionada por su estado y composición botánica (Ayala y Carámbula, 1994). En general, las mejores condiciones se dan en pasturas de alta producción dominadas por gramíneas y con buena capacidad para incrementar el número de macollas y el tamaño de las mismas.

Las leguminosas resultan ser imprescindibles a los efectos de elevar la disponibilidad de nitrógeno en una pastura y por consiguiente, la cantidad y calidad del forraje (Carámbula, 2019).

En una pradera mezcla de gramíneas y leguminosas, el nitrógeno logrado mediante el proceso de simbiosis es transferido mediante excreción directa desde los nódulos, descomposición de raíces y nódulos y devolución a través del animal por intermedio de las deyecciones (Walker, citado por Carámbula, 2019).

Langer (1981) afirma que, muchos ensayos han demostrado que la aplicación de fertilizantes nitrogenados a praderas de gramínea-trébol, produce un pequeño o ningún aumento en la producción anual. En general los aumentos de rendimiento en invierno y principios de primavera son seguidos por un descenso en la producción durante el verano (Weeda, citado por Langer, 1981).

Asimismo, autores como Bottaro y Zabala (1973), Díaz (1997) concluyeron que la aplicación fraccionada del nitrógeno permite generar una distribución más homogénea de la producción, con un período de crecimiento más largo, tanto por una promoción de crecimiento temprano de la pastura como también una mayor persistencia en fase vegetativa.

Rebuffo (1994) indica que, la respuesta al N de una pastura está determinada por las condiciones climáticas durante y después de la fertilización. Los fertilizantes aplicados en superficie son relativamente ineficientes si se aplican en condiciones secas u ocurren lluvias excesivas luego de su aplicación. A su vez, las menores tasas de crecimiento en invierno debido a las bajas temperaturas y menor luminosidad reducen la respuesta potencial. Junto a estos factores, el estado y la composición botánica de las pasturas inciden marcadamente en la respuesta del N.

El porcentaje de gramíneas presente en una pastura mezcla de gramíneas y leguminosas, serán el factor que determine el éxito de una fertilización nitrogenada. Se recomienda la aplicación estratégica de nitrógeno en pasturas mezcla de alta producción, dominadas por gramíneas y sólo cuando las condiciones climáticas favorezcan el crecimiento de la pastura (O'Connor et al., citados por Rebuffo, 1994). Las excesivas acumulaciones de forraje incrementarán las pérdidas por material muerto, afectando en mayor grado a las leguminosas con el sombreado (Rebuffo, 1994).

Estudios realizados por Rebuffo (1994) reportan que, en praderas mezclas de festuca, blanco y lotus la respuesta a la fertilización con nitrógeno es particularmente baja y se debe al menor contenido de gramíneas en la mezcla. A su vez, la respuesta al agregado de N en el segundo año fue menor y más variable, esto está dado por la dominancia de las leguminosas en tapiz.

Según Carámbula (2019), de acuerdo a los conocimientos actuales sobre el potencial de producción de las especies en uso y del aspecto económico involucrado, es muy poco probable que se generalice la utilización del nitrógeno como apoyo a una mayor producción forrajera. Esto está dado por la creación de cultivares de leguminosas mejor adaptadas, la selección de cepas de rizobios más eficientes, un mayor conocimiento del manejo de las pasturas y aparición en el mercado de herbicidas para controlar plantas invasoras.

Dentro de la composición botánica, el enmalezamiento es un factor determinante a la hora de decidir una fertilización. El grado de enmalezamiento esta inversamente relacionado al potencial de respuesta de la pastura al N (Fernández, 1996).

Concluyendo, Carámbula (2019) indica que, el agregado de nitrógeno podría efectuarse cuando se den condiciones tales como: a) producción económica del nutriente, b) posibilidad de utilizar dosis altas del fertilizante (mayores a 120 kg/ha), c) utilización de sistemas de manejo más eficiente, a través de empotramiento más apropiados, dotaciones altas y riego, d) rentabilidad alta por hectárea, e) disponibilidad de máxima respuesta y producción frente al nitrógeno.

2.3.2 Efecto del nitrógeno en las variables morfogénicas de gramíneas

La fertilización nitrogenada sobre gramíneas promueve el macollaje. En condiciones no limitantes de nutrientes y de agua, el nitrógeno aumenta el número de macollos por planta y por unidad de superficie (Ferri et al., 2000). Sin embargo, el aumento en el número de macollos se traduce en una disminución del número de hojas por macollo (Anslow, citado por Zanoniani, 2009).

Para un mismo nivel de N, el aumento de los intervalos entre cortes redujo el número de macollos. Probablemente esta interacción entre la fertilización y la frecuencia de cortes esté determinada por las modificaciones inducidas por el corte en la calidad de la luz. El pastoreo favorece la entrada de luz a los estratos inferiores y por lo tanto provoca aumento en la relación Rojo/Rojo Lejano (R/RL), lo que promueve el macollaje. Esta señal se reduce a medida que se acumula área foliar (Scheneiter y Bertín 2005, Deregibus et al., Carámbula, Matthew et al., citados por Zanoniani 2009) hasta el punto en que estos excesos de follaje producidos por nitrógeno y subpastoreo, provocan muerte de los macollos más pequeños y jóvenes, bajando la densidad de los macollos (Pirez González, 2012).

En cuanto a la morfología de las plantas, Mazzanti et al. (1997) observaron que el nitrógeno modifica variables como tamaño final de hojas, largo del pseudotallo y tallo, densidad y peso promedio de los macollos. Trabajos realizados por Mazzanti et al. (1997) mostraron que existe la capacidad de incrementar la tasa de elongación foliar con el agregado de nitrógeno, a su vez, la tasa de elongación foliar evolucionó en forma exponencial con la temperatura en todos los niveles de fertilización.

Ante la variable aparición de hojas, Gastal y Lemaire, citados por Mazzanti et al. (1997) no encontraron respuesta a esta variable en función del N agregado, aunque Anslow, citado por Mazzanti et al. (1997) demostró que, ante situaciones de carencias severas de nitrógeno, con la fertilización nitrogenada se visualizan incrementos en la tasa de aparición de hojas en gramíneas forrajeras.

2.3.3 Efecto del nitrógeno sobre la fijación biológica

La fijación biológica de nitrógeno (FBN) en las leguminosas contribuye significativamente a la nutrición nitrogenada y productividad de las praderas. Es sabido que la fijación de nitrógeno está inversamente afectada por la aplicación de nitrógeno (Scheneiter y Bertín, 2005).

En cuanto a la relación entre la FBN y la aplicación de N, trabajos realizados por González, citados por Córdoba et al. (2017) en pradera de festuca y trébol, se constató que al aplicar 30 Kg de N/ha se reduce el contenido de trébol en la pradera alrededor de un 45-60% y a su vez, lleva a una reducción de la fijación de nitrógeno de alrededor del 20-30%. En cambio, aplicando 60 Kg de N/ha no hubo una notable reducción del contenido de trébol con relación a la aplicación de 30 Kg de N/ha. Sin embargo, la fijación de nitrógeno descendió de un 35 a un 25%.

2.4 EFECTOS DEL PASTOREO

2.4.1 Aspectos generales

Durante el pastoreo existe una interrelación entre los rumiantes y la pastura, el cual es un proceso dinámico y de doble vía. Por un lado, se puede observar los aspectos fisicoquímicos y morfológicos de la pastura, estos influyen en el material ingerido por el animal. Por otro lado, la cantidad y el tipo de material remanente luego del pastoreo determinan la capacidad de rebrote de la pastura. En el control de estos procesos está la base del manejo de los sistemas pastoriles (Lucas, 1963).

Según Nabinger (1996), la pastura afecta directamente la condición del animal a través de la oferta en cantidad y calidad, pero a su vez el animal también afecta a la pastura con los efectos del pastoreo. Estos efectos pueden ser favorables si inciden en procesos como el de senescencia, o menos deseable a través de la acción de selección, pisoteo, arrancado de plantas, regeneración de plantas y las deyecciones.

Formoso (1996) señala que, el manejo de pastoreo en pasturas cultivadas presenta como objetivos principales maximizar el crecimiento y utilización del forraje de alta calidad para consumo animal y mantener las pasturas vigorosas, persistentes y estables a lo largo del tiempo.

Este último, según Wilkinson, citado por Carámbula (2004), es un área en la cual se pueden lograr mayores progresos, tanto elevando la eficiencia de utilización de las pasturas como la producción animal que de ella se obtengan.

Por lo tanto, es necesario una combinación exitosa entre dos sistemas biológicos muy diferentes e independientes como son plantas y animales (Smetham, 1981).

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

Según Carámbula (1991), se debe tener en cuenta que un buen manejo no significa que se deban aplicar las mismas técnicas todo el año, es necesario tener presente las variaciones climáticas y los cambios morfo fisiológicos de las especies.

El manejo de la defoliación para producir elevados rendimientos de forraje durante la etapa vegetativa debe contemplar dos factores que normalmente tienen efectos opuestos, como son frecuencia e intensidad (Carámbula, 2004).

Las estrategias de manejo de praderas en cuanto a intensidad, frecuencia y oportunidad de uso ya sea por corte o pastoreo tienen influencia directa sobre composición botánica, rendimiento y calidad de las especies forrajeras. El efecto del corte depende de la cantidad y tipo del tejido removido, del estado fenológico que se encuentran las especies y de las condiciones meteorológicas al momento de realizarse (Hernández et al., citados por Velasco et al., 2005).

2.4.2 Variables que establecen el pastoreo

2.4.2.1 Intensidad

Hace referencia a la biomasa cosechada en cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha), el mismo está dado por la altura de rastrojo al retirar los animales, lo que no solo afecta el rendimiento en cada defoliación, sino que condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total de la pastura. En este sentido la mayor intensidad tiene una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje siguiente. En todos los casos es muy importante que el rastrojo que se deje sea realmente fotosintéticamente eficiente (Carámbula, 2004).

La intensidad de pastoreo es uno de los componentes principales que determinan la eficiencia productiva de una especie, ya que tiene influencia

directa sobre la cantidad y calidad del forraje producido (Fagundes et al., citados por Villarreal et al., 2014).

Conocer el efecto de la intensidad de pastoreo sobre la productividad de la pradera, permite realizar un manejo apropiado, de modo que no se perjudique la persistencia y velocidad de rebrote de las especies forrajeras y con ello, utilizarlas de manera oportuna desde el punto de vista de rendimiento y calidad de forraje (Carlen et al. 2002, Garduño et al. 2009, Villarreal et al. 2014).

Según Carámbula (1977), cada especie posee una altura mínima a la cual puede dejarse el remanente sin que el crecimiento posterior sea afectado. Las especies postradas admiten alturas menores de defoliación que las erectas, es decir, las especies postradas soportan una intensidad de pastoreo mayor que las erectas, aunque estas últimas pueden adaptarse generando un porte más rastrero como respuesta a un manejo intenso.

Las pasturas manejadas con muy alta o muy baja intensidad presentarán problemas de producción y supervivencia (Langer, 1981). Referido a lo anterior, Soca y Chilibroste (2008) sostienen que, se obtiene menor producción en pastoreos de mayor intensidad, pero la utilización del forraje producido es superior, ya que la remoción del forraje verde es mayor y las pérdidas por senescencia son menores.

De igual forma, Escuder, citado por Cangiano (1996a) agrega que, para obtener la máxima producción por hectárea deben evitarse pastoreos severos que generen disminuciones importantes en la producción de las pasturas. Pero el pastoreo debe ser lo suficientemente intenso para tener una eficiencia de cosecha elevada y disminuir de esta forma las pérdidas por senescencia.

Matthew, citado por Velasco et al. (2005) indica que, es determinante tener en cuenta la importancia de mantener una intensidad de pastoreo adecuada, ya que con esto se logran rebrotes más rápidos y sanos, que presentan áreas foliares eficientes capaces de tener una mejor utilización de la luz y mejor absorción de agua.

Zanoniani et al. (2006) manifiestan que, diferentes intensidades de pastoreo generan cambios en la disponibilidad y estructura del forraje ofrecido a los animales. Intensidades altas de pastoreo dan como resultado pasturas más tiernas con mayor proporción de hojas y tallos tiernos, provocando un mayor aprovechamiento del forraje. Al contrario, las bajas intensidades producen pasturas con tallos más desarrollados, con menor proporción de hojas.

Por su parte, Saldanha et al. (2010) sostienen que, la intensidad de pastoreo afecta directamente a la densidad de macollos como el número de plantas, el número de macollos y a su vez el peso de los mismos.

Relacionando la intensidad con la producción animal, si bien, al dejar menores remanentes disminuye la producción de forraje y el consumo animal, en consecuencia, las disminuciones en la performance individual fueron más que compensadas por el número de animales. Asimismo, se encontró que incrementos en la altura de defoliación llevan a mejoras en las tasas de crecimiento del forraje, mejorando el rendimiento acumulado del mismo (Soca y Chilbroste, 2008).

2.4.2.2 Frecuencia

“La frecuencia es el número de veces que un animal entra a pastorear en un mismo lugar. La forma de saber cuándo entrar a pastorear es medir la altura del pasto con una regla o estimar a “ojo”, la producción de materia seca. La altura ideal para entrar a pastorear depende de la especie y la época del año” (Perrachón, 2009).

La altura de la pastura es el indicador más útil para el propósito de manejo, siendo esta la variable más simple para predecir la respuesta tanto de la pastura como del animal (Hodgson, 1990).

Datos de investigación afirman que incrementando la frecuencia de pastoreo se logra aumentar el porcentaje de utilización y mantener una mayor y más homogénea calidad del forraje consumido (Fernández, 1999). A su vez, Moliterno (2002) afirma que, la frecuencia de defoliación en conjunto a las características genéticas de las especies, determinan el resultado productivo de la pastura.

Según Carámbula (2004), si el intervalo entre dos pastoreos sucesivos depende de cada especie en particular, de la composición de la pastura o de la época del año en que aquella se encuentre, el elemento que determinará la longitud del período de crecimiento será la velocidad con que la pastura alcance el volumen adecuado de forraje, aspecto que será determinado por el IAF óptimo, definiéndose este como el área foliar capaz de interceptar el 95% de la radiación incidente.

Referido al manejo de defoliación, las frecuencias e intensidades de pastoreo deberían ser diferenciadas en función de las distintas estaciones, así como de los períodos de descanso para semillar y/o regeneración natural, todo esto relacionado a su vez con las condiciones climáticas (Carámbula y Terra,

2000). Formoso (1996) asegura que, el impacto de la frecuencia afectará el comportamiento en una estación y también sobre las siguientes.

En pasturas con IAF óptimo bajo, como ser aquellas dominadas por tréboles, es posible aprovecharlas más, debido a la posibilidad de efectuar pastoreos más frecuentes. Las pasturas con leguminosas o gramíneas erectas presentan un menor aprovechamiento, dado que no es posible la realización de defoliaciones frecuentes (Brougham, 1956).

Formoso (2000) señala que, los pastoreos demasiado frecuentes provocan una disminución del nivel de reservas y el peso de las raíces, consecuentemente se produce menor cantidad de forraje y rebrotes más lentos. A su vez, las disminuciones de las reservas debilitan las plantas, aumentando la susceptibilidad al ataque de enfermedades.

Carámbula (2004) señala que, en el período primavero-estivo-otoñal se recomienda que el volumen de forraje disponible previo a cada pastoreo debería alcanzar entre 1,5-2,0 toneladas de MS/ha. Con esto se logra más forraje anual y particularmente invernal, confiriéndole una mayor persistencia a la pastura y un control más eficiente ante malezas.

2.4.2.3 Efecto sobre las especies que componen la mezcla y su producción

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

La resistencia al pastoreo describe la habilidad propia de la planta para sobrevivir y crecer en sistemas pastoriles. Las especies resistentes son aquellas que en condiciones ambientales comparables están menos dañadas que otras. La defoliación tiene múltiples efectos en el desarrollo morfofisiológico de los pastizales y su impacto dependerá de la severidad de la misma y de la resistencia que ejerza la planta a esta exposición (Fortes et al., citados por López et al., 2013).

Luego de la defoliación la planta realiza una redistribución de los nutrientes mediante mecanismos internos, priorizando el destino de los mismos para la formación de nuevos tejidos y luego para los otros órganos (Pezzani, 2009).

Carámbula (2010) afirma que, si bien existe un efecto causado por las defoliaciones que varía con la intensidad de las mismas, también existe un efecto que varía entre gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente,

las leguminosas tienen la capacidad de interceptar mayor radiación incidente que las gramíneas, gracias a la disposición de sus hojas y consecuentemente tienen mayor capacidad de recuperación. Dentro de las gramíneas también se puede encontrar un efecto diferencial entre los tipos erectos y postrados. Sin embargo, a pesar de que las leguminosas y gramíneas postradas tienen rebrotes más rápidos, alcanzan antes el IAF óptimo y por esto los rendimientos son menores que de aquellas de tipo erecto. Estas últimas presentan mayor producción con manejos más aliviados.

En relación a las especies que componen la mezcla Heitschmidt (1984) menciona que, la producción y persistencia de plantas con porte erecto como *Lotus corniculatus*, aumenta a medida que el largo del período de descanso es mayor, teniendo mayor producción por hectárea en pastoreos rotativos si se compara con pastoreos continuos.

Pereira (2007) señala que, en *Lotus corniculatus* los pastoreos tienen que ser frecuentes y poco intensos tratando de dejar hojas remanentes ya que no tiene gran capacidad de acumular reserva, pastoreos rasantes determinan una baja persistencia.

Según Carámbula (2019), el *Trifolium repens* se adapta a pastoreos frecuentes e intensos, soportando cortes intensos prácticamente todo el año, menos en verano por riesgo de sequías. Brink, citado por Olmos (2004) indica que, existe una reducción en la cantidad de materia seca por hectárea usando diferentes variedades.

Cabe destacar que los manejos de defoliación del trébol blanco y del lotus difieren radicalmente, dado esto las pautas de manejo consisten en combinar y aplicar los conocimientos sobre la morfología y fisiología de cada especie y su reacción frente a diferentes condiciones ambientales (Carámbula, 2019).

El manejo de la *Festuca arundinacea* debe promocionar exclusivamente el proceso de macollaje, evitando al mismo tiempo que el follaje se endurezca y las plantas se enmacieguen, esto implica que el manejo de defoliación requiera ser más agresivo que otras gramíneas como por ejemplo el *Dactylis glomerata* (Carámbula, 2019).

Formoso (2010) reportó que, intervalos entre cortes tan pequeños (30 días), originan en festuca restricciones energéticas por falta de área foliar, por consiguiente, se traduce en una tasa de rebrote post corte muy lenta (período lag excesivamente prolongado por carencia de reservas energéticas en la etapa

inicial de rebrote) donde generalmente el tapiz no alcanza las máximas tasas de rendimiento.

Por último, según Langer (1981), se podrían obtener máximos rendimientos anuales permitiendo a las pasturas crecer constantemente en forma ininterrumpida y cosechando inmediatamente antes de que la velocidad de acumulación de materia seca disminuya o se detenga. Con esto la pastura crecería a una tasa máxima durante el máximo tiempo posible.

2.4.2.4 Efecto sobre la fisiología de las plantas

La producción de tejido foliar es un proceso que ocurre en forma continua, regulado por variables del ambiente y características del estado de la pastura. Con la ocurrencia de pastoreos, la frecuencia y la intensidad de estos, afecta la fisiología de las plantas en la 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).

Simpson y Culvenor, citados por Formoso (1996) afirman que, en términos generales la defoliación implica la disminución de la actividad fotosintética de la planta y con esto el nivel de energía disponible disminuye. Por su parte Chapin, citado por Formoso (1996) indica que, las plantas cuando sufren un estrés, reaccionan ordenando y priorizando procesos, mediante un sistema “central de regulación”. De igual manera, Pezzani (2009) indica que, luego de la defoliación por medio de mecanismos internos, ocurre una redistribución de nutrientes donde existe una priorización hacia la formación de tejido nuevo.

Después de una defoliación, se busca como nuevo objetivo generar rebrotes a una máxima velocidad utilizando eficientemente la energía remanente post defoliación a modo de restablecer y generar rápidamente un balance positivo de fijación de energía (Chapin et al., Richards, citados por Formoso, 1996).

2.4.2.5 Efecto sobre el rebrote

El rebrote de la pastura después del pastoreo, depende de los carbohidratos de reserva que quedaron en la planta y del área foliar remanente (Blaser y Brown, citados por Langer, 1981). De igual modo, Escuder (1996) indica que, el rebrote de la pastura va a estar relacionado a si existe o no la eliminación del meristema apical durante el corte, del nivel de carbohidratos en

el remanente y del área foliar remanente y su eficiencia fotosintética. The Stockman Farmer, citado por López et al. (2013) sostiene que, el rebrote de especies forrajeras luego de ser consumida, se da mediante la combinación de hojas residuales y reserva de carbohidratos, las que proveen energía al mismo.

De acuerdo a Carámbula (2010), el rebrote de la pastura no va a depender solamente del área foliar remanente sino también de las sustancias de reserva en la raíz.

Fulkerson y Slack (1995) indican que, para afectar el rebrote de una pastura es necesario cierto número de defoliaciones. A su vez, el efecto de los carbohidratos va a estar condicionado por la altura del remanente, habiendo una interacción directa entre dichos factores. La intensidad del pastoreo afecta a la cantidad absoluta de carbohidratos solubles, pero también a los requerimientos de las plantas.

La primera hoja en expandirse posterior a un pastoreo actúa como fosa de carbohidratos en un primer instante y luego de expandirse completamente actúa como fuente de carbohidratos (Williams, citado por Fulkerson y Slack, 1995). Debido a lo anterior el peor momento para pastorear sería antes de la expansión completa de la primera hoja (Fulkerson y Slack, 1995), lo cual implica que la planta movilizó reservas para expandir la hoja, pero aún no ha empezado a acumular reservas nuevamente.

Dicho de otro modo, las reservas de carbohidratos son importantes durante los primeros días luego del pastoreo, posteriormente la fotosíntesis se convierte en la principal fuente de carbono para continuar con el crecimiento de la pastura (Richards, Donaghy y Fulkerson, citados por Cullen et al., 2006).

Las reservas permiten mantener el vigor en las plantas y asegurar las funciones fisiológicas durante la latencia. También favorecen brotes tempranos y rápidos luego del período de latencia o defoliaciones severas, promoviendo a la vez el crecimiento extenso de raíces y rizomas. Las reservas en las leguminosas permiten una mejor nodulación debido a que la falta de ellas impide el buen funcionamiento de los nódulos, los cuales de no recibir carbohidratos se desprenden del suelo (Vallentine, citado por Carámbula, 2007b).

Para mantener un nivel apropiado de reservas basta con dejar áreas foliares adecuadas posterior al pastoreo, promover las mismas antes de los períodos de latencia y retrasar la defoliación durante el rebrote de las plantas luego de un período de estrés (Vallentine, citado por Carámbula, 2007b).

Según Nabinger (1997), cuando ocurre un pastoreo severo durante un período prolongado, el rebrote no puede depender continuamente de las reservas, ya que el IAF es demasiado bajo. Cuando sucede esta situación, algunas plantas tienen la capacidad de responder modificando su estructura y pasan a producir mayor número de macollos, pero de menor tamaño presentando hojas más chicas. Relacionado a lo anterior, Brougham (1995) afirma que, cuanto más corta sea defoliada una pastura, mayor será el período transcurrido antes de que ésta alcance el IAF crítico.

Por contraparte, con pastoreos poco frecuentes y aliviados, se produce un exceso en la acumulación de reservas, dando como resultado una disminución en la cantidad de materia seca producida (Carámbula, 2004).

Los factores frecuencia e intensidad de pastoreo modifican la cantidad de meristemas refoliadores, los niveles de energía disponible para los mismos, y las tasas de crecimiento de los rebrotes (Formoso, 1996).

2.4.2.6 Efecto sobre las raíces

La rapidez y eficiencia del proceso de crecimiento de las raíces, va disminuyendo a medida que se aumenta la severidad del pastoreo en invierno-principio de primavera. Cabe destacar que el sobre pastoreo en invierno afectará el crecimiento de las raíces a fin de esta estación, impidiendo la previa acumulación de reservas en los órganos más percederos de la planta (Carámbula, 2010).

Edmond, citado por Carámbula (2010) asevera que, el invierno altera aún más el microambiente, principalmente por medio del pisoteo, afectando la parte aérea pero también el sistema radicular a través del compactado excesivo que provoca la pezuña en el suelo. Como consecuencia de esto, se produce una menor aireación y una menor velocidad de infiltración de agua.

Al disminuir la aireación, disminuye el oxígeno para la respiración. Las raíces al igual que los organismos que habitan en el suelo, necesitan de este para luego intercambiar anhídrido carbónico al aire. Los rizobios también necesitan oxígeno para poder llevar a cabo su función de donante de nitrógeno (Carámbula, 2010).

Según Dungan y Ross, citados por Carámbula (2010) se debe mantener la “ventana del suelo” abierta, para favorecer el movimiento de los gases del aire al suelo y de este al aire. Sin embargo, se debe evitar que el intercambio de gases sea demasiado rápido, ya que se fomentaría una tasa excesiva de descomposición de la materia orgánica y a la vez una disminución

en la humedad del suelo. Por lo tanto, lo ideal sería mantener una condición intermedia.

El sobrepastoreo y el exceso de agua en suelos con mal drenaje, producen considerables reducciones en el volumen y vigor de sistemas radiculares y por consiguiente genera un atraso del rebrote de la parte aérea y condiciona la supervivencia de las plantas durante el siguiente verano (Carámbula, 2010).

2.4.2.7 Efecto sobre la utilización de forraje

La utilización de la pastura admite alguna forma de defoliación, las pasturas son cosechadas varias veces por año, con cortes o pastoreos animales, lo cual implica la pérdida de la superficie foliar interceptora de luz. Consecuentemente, la producción dependerá del rebrote y de los factores que lo afecten (Davies, citado por Escuder, 1996). La pastura es una comunidad de plantas que produce material nuevo una vez pastoreada y a su vez descompone material viejo (Bircham y Hodgson, citados por Escuder, 1996).

La eficiencia de utilización del forraje en un sistema de pastoreo, está definido por la proporción de tejido foliar producido, que es removido por los animales hasta entrar en estado de senescencia (Chapman y Lemaire, 1993).

La utilización de la pastura depende de la frecuencia e intensidad de la defoliación, y a su vez de características estructurales. Cuando el intervalo de defoliación es superior a la vida media foliar, parte del material verde se puede perder por senescencia. La fracción cosechable de una pastura está determinada por el manejo de ésta, interactuando con la morfogénesis y las características estructurales. Para realizar estrategias de manejo de pastoreo, hay que considerar el intervalo de aparición foliar y el número de hojas vivas por macollo y a su vez, tener en cuenta el tiempo de descanso óptimo para cada especie que compone la mezcla (Chapman y Lemaire, 1993).

Euclides et al. (1995) señalan que, la eficiencia de utilización de la pastura se considera teniendo en cuenta la presión de pastoreo relacionado con la carga animal. El óptimo se da cuando se equilibran las ganancias por animal y por hectárea, determinando así la capacidad de carga de la pastura.

De acuerdo a Smetham, citado por Escuder (1996), a medida que aumenta la presión de pastoreo, aumenta la eficiencia de cosecha, sin embargo, existe una disminución en el IAF, por ende, ocurre una menor interceptación de luz y con esto la eficiencia en la producción de forraje se reduce.

Con alto IAF, puede existir una disminución en el porcentaje de utilización del forraje, debido a una reducción del consumo, esto es consecuencia de la presencia de material senescente (Hodgson et al., citados por Gastal et al., 2004).

Carámbula (2004) señala que, cuando una pastura en estado vegetativo es trabajada con bajas dotaciones en manejo continuo o cuando se permite acumular forraje en forma excesiva bajo un manejo rotativo, existe una importante pérdida de materia seca, que se acentúa aún más en períodos de abundancia de forraje. Respecto a esto, Hodgson, citado por Carámbula (2004) señala que, todo tejido que llega al punto de senescencia se considera que es una pérdida para el sistema.

En contraparte a lo anterior, Fulkerson y Slack (1995) afirman que, ante pastoreos severos se favorece la utilización del forraje, pero se provocan descensos en la producción debido a una menor área foliar fotosintéticamente activa. Estos autores también afirman que pastoreos muy aliviados si bien hacen máxima la producción de forraje, una considerable proporción de alimento utilizable por los animales es desperdiciada.

Según García, citado por Leborgne (2008), la utilización promedio para una pradera en la zona del litoral es de 70% en invierno y de 60% en primavera.

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

2.4.2.8 Efecto sobre la morfología y estructura de las plantas

La defoliación tiene diversos efectos en el desarrollo morfofisiológico de las praderas y su impacto va a depender de la severidad y de la resistencia que ejerce la planta frente a esta exposición (Fortes, 2004).

El pastoreo afecta directamente a la morfología de las plantas, el grado de modificación que este ejerce sobre éstas depende de la especie animal y la carga utilizada en la pastura. El efecto del corte no es significativo cuando este se da sobre la lámina de la hoja, por otro lado, si el corte se da a nivel de la vaina, se aprecia una disminución en el largo de las láminas (Grant et al., 1981).

Chapman y Lemaire, citados por Escuder (1996) sostienen que, algunas especies forrajeras presentan plasticidad fenotípica, modificando su morfología y estructura de población ante cambios en la presión de pastoreo para mantener un crecimiento constante. Lemaire (1997) indica que, las

defoliaciones frecuentes y severas conducen a que las plantas desarrollen vainas más cortas, que las lígulas estén posicionadas debajo del nivel de corte y que la lámina se vuelva más horizontal, generando que el tapiz presente material verde por debajo del horizonte de pastoreo. Esta respuesta de las plantas se puede revertir con la disminución en la frecuencia e intensidad de pastoreo. Dado esto, el largo de las vainas vuelve a aumentar alcanzando su valor inicial, y las láminas se vuelven más largas y erectas.

Brougham (1956) afirma que, pastoreos severos generan disminución en el tamaño de las hojas, dando como resultado una menor eficiencia de las mismas, generando menor tamaño de planta. Un tamaño de planta reducido, además de afectar la producción individual, compromete la supervivencia en condiciones adversas.

Brancato et al. (2004) indican que, el uso más intenso y frecuente de las pasturas genera un efecto positivo en la tasa de macollaje, esto es consecuencia de la modificación del medio ambiente que rodea la planta, provocado por el corte de plantas vecinas. El corte produce un cambio en el ambiente lumínico, aumentando la relación rojo/rojo lejano, incrementando así la aparición de macollos. Luego del pastoreo, durante el rebrote se observa mayor número de macollos, pero estos son de menor tamaño (Hodgson, 1990). De la misma manera, Grant et al. (1981) sostienen que, la tasa de macollaje aumenta conforme aumenta la intensidad de defoliación de una pastura.

A medida que el forraje se acumula posterior a la defoliación, el número de macollos puede aumentar tempranamente, pero luego disminuye. Aumenta la biomasa acumulada por un desarrollo del tamaño de los macollos y un retraso en la muerte de estos, antes de darse el mecanismo de compensación (Matthew et al., citados por Saldanha, 2009).

Hodgson (1990) indica que, existe una estrecha relación entre la densidad de macollos y el tamaño individual de los mismos, disminuyendo este último a medida que aumenta la densidad de estos.

Avendaño et al. (1986) sostienen que, las gramíneas de porte alto fueron preferidas y defoliadas en mayor grado durante el pastoreo, lo que estaría dado por su mayor aporte en los estratos superiores. No se observaron diferencias en las especies de bajo porte a distintos tipos de presión de pastoreo, siendo esto un indicativo de su gran adaptación a diferentes tipos de manejo. Manejos con alta intensidad provocaron que el 87% de la materia seca se encuentre en el estrato inferior, mientras que con manejos más aliviados el 67% de la materia seca se encuentre en el estrato inferior.

2.4.2.9 Efecto sobre la composición botánica

La frecuencia e intensidad de pastoreo, provocan un cambio en la composición botánica, así como también en la morfología de las especies (Heitschmidt, 1984). Los cambios en la composición botánica son lentos de ocurrir, mientras que los cambios en la estructura vertical se aprecian en menor tiempo (Barthram et al., 1999).

Con intervalos cortos de pastoreo, disminuye la proporción de especies nobles en la pradera, permitiendo la invasión de especies no deseables o menos apetecibles (Fulkerson y Donghy, citados por Vargas, 2010) las que de no ser consumidas competirán con ventaja sobre las que sí son pastoreadas (Oporto, citado por Vargas, 2010).

El objetivo de generar un buen balance entre gramíneas y leguminosas implica el aumento de la proporción gramínea respecto a las leguminosas, por ende, se da un decremento en la producción animal. Por otra parte, si se contribuye a aumentar la proporción de leguminosas en detrimento de las gramíneas, la producción animal aumenta, pero pueden existir riesgos de meteorismo. Para modificar el balance entre las diferentes especies que componen una pastura un factor a considerar es el manejo de la luz a través de las defoliaciones. Dado esto, con defoliaciones frecuentes, la fracción leguminosa se verá favorecida, ya que estas especies presentan áreas foliares menores que absorben más energía por unidad de área foliar respecto a las gramíneas, estas últimas se ven favorecidas con defoliaciones poco frecuentes (Carámbula, 2010).

La eficiencia de la utilización de la luz va a depender de la arquitectura de la planta, del hábito de crecimiento y de la disposición de sus hojas. A valores iguales de IAF, las leguminosas interceptan mayor cantidad de luz que las gramíneas (Carámbula, 2010).

Estudios realizados por Johns (1974) reportan que, trabajando con pastoreos aliviados sobre el trébol blanco (altura de corte 5-9 cm), se reduce el contenido de este en la pastura. Lo que ocurre es que, al aumentar el área rechazada por los animales, aumenta el sombreado y con esto disminuye la ramificación. De lo contrario con pastoreos frecuentes va a aumentar su producción.

Por lo tanto, con pastoreos poco frecuentes la competencia por luz ejercida por las gramíneas sobre las leguminosas llega a ser muy importante en primavera, mientras que en invierno esta situación se revierte, y la escasez de

luz favorece a las leguminosas, todo esto de no considerarse producirá cambios en la composición botánica de la pastura (Carámbula, 2010).

El manejo del pastoreo puede hacer variar la proporción de las distintas especies de una pastura, modificando la intensidad en que se realiza la defoliación, se puede favorecer especies erectas o postradas (Harvis y Bougham, citados por Carámbula, 2010).

Variaciones en el balance gramínea-leguminosa pueden afectar el sistema, por ejemplo, exceso de trébol blanco conducirá a falta de forraje en verano, y un exceso de gramíneas llevará a una baja disponibilidad de nitrógeno y por lo tanto una baja producción de forraje en invierno (Carámbula, 2010).

Para establecer un adecuado balance entre ambas familias se debe tener en cuenta llevar a cabo un apropiado manejo del pastoreo, pero también el balance se logra contemplando distintas prácticas de fertilización. Cabe destacar que el nitrógeno y el fósforo parecen ser los nutrientes que afectan en forma más generalizada el balance entre gramíneas y leguminosas (Carámbula, 2010).

Según Carámbula (2010), el grado de severidad en el manejo de la pastura en determinada estación del año puede afectar a la composición botánica de distinta manera, por ejemplo: a) manejos muy aliviados durante todo el año, tienden a eliminar las leguminosas, b) manejos aliviados en invierno, favorece a las leguminosas, c) manejo severo en invierno y aliviado durante la primavera favorece a las gramíneas y d) manejos severos en otoño y primaveras permiten un buen control de las malezas.

2.4.2.10 Efecto sobre la persistencia

El manejo del pastoreo es uno de los factores que afecta en mayor medida la persistencia de las pasturas (Carámbula, 2010). La interacción entre la frecuencia e intensidad del pastoreo ejerce una influencia muy importante sobre el porcentaje de sobrevivencia de cada una de las unidades de crecimiento, tanto de macollos y tallos como de estolones y rizomas (Hodgson y Sheath, citados por Carámbula, 2010).

La persistencia de la pastura se verá afectada en especial por el manejo que recibe en el primer año de vida. Si los pastoreos son demasiado seguidos, las pequeñas plantas no acumulan reservas en sus órganos subterráneos y con esto, en épocas donde el suelo no presenta suficiente humedad podrían morir y desaparecer (Carámbula, 2010).

Donaghy y Fulkerson (1998) remarcan que, cualquier factor que afecte el crecimiento radicular afecta al crecimiento de la planta, debido a que existe una disminución de agua y nutrientes, con esto se estaría comprometiendo la supervivencia de las plantas.

Según Carámbula (2019), las reservas de carbohidratos son determinantes en la resistencia a temperaturas frías y altas, entonces, se deduce que si los pastoreos iniciales se realizan de forma inadecuada se promueven bajas cantidades de reservas de carbohidratos, que dan como resultado poblaciones ralas y débiles, es decir, baja persistencia.

Como ya fue mencionado, el sobrepastoreo en invierno afecta al crecimiento de las raíces ya que impide la previa acumulación de reservas en los órganos más perecederos, el sobrepastoreo a su vez contribuye a alterar el microambiente a través del pisoteo, que afecta la parte aérea pero también al sistema radicular, a través del compactado excesivo que provoca la pezuña en el suelo. Como consecuencia de esto se reduce la aireación y velocidad de infiltración de agua (Edmond, citado por Carámbula, 2010).

La falta de persistencia en las pasturas se atribuye básicamente a la pérdida de leguminosas, mientras que las gramíneas permanecen en poblaciones poco variadas, aunque decaiga su rendimiento con el avance de la edad. Con la disminución de las leguminosas, el área va siendo ocupada por plantas invasoras como malezas y gramíneas ordinarias, las cuales muchas veces son anuales y con esto la persistencia se vería en riesgo (Carámbula, 2019).

Según Sheath et al., citados por Carámbula (2013), muchos de los fracasos relacionados a la persistencia de una pastura están atribuidos al incorrecto manejo del pastoreo, independientemente de los problemas de persistencia que presenten estas.

2.4.2.11 Efecto sobre la calidad

Según Cairús y Regusci (2013), para que una pastura mantenga una alta calidad durante el mayor tiempo posible, el manejo del pastoreo debe estar inclinado a favorecer la presencia de un alto porcentaje de hojas verdes a lo largo de todo el año.

A medida que las plantas van madurando, la proporción de tallos aumenta y como estos presentan menor digestibilidad que las hojas, la digestibilidad total de la planta disminuye, por esta razón, la digestibilidad de una pastura no se mantiene estable a lo largo de los años. Además de esto los

tallos presentan menor digestibilidad debido al alto contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina en relación a las hojas (Pearson e Ison, citados por Rovira, 2008).

Las leguminosas presentan mayor potencial nutritivo que las gramíneas debido a que poseen una menor concentración de pared celular, una digestibilidad más rápida de materia seca y por ende un menor tiempo de retención de la ingesta, lo que desencadena un mayor consumo por animal (Carámbula, 2010).

De acuerdo a Langer (1981), un sistema de cortes frecuentes produce forraje con mayores niveles de proteína y extracto etéreo, pero menores niveles de fibra cruda que los cortes menos frecuentes, esto se da gracias al cambio en la relación hoja/tallo.

En pasturas no cortadas la energía bruta aumenta a medida que la planta madura. Cuando las pasturas son pastoreadas con frecuencia, la energía bruta se hace constante durante toda la estación. Sin embargo, los cambios de digestibilidad con la edad y el intervalo entre períodos de pastoreo, significa que la cantidad de energía disponible para el animal es considerablemente menor que el valor de energía bruta (Langer, 1981).

Una vez que las pasturas ingresan en su etapa reproductiva, se debe tener en cuenta que va a ocurrir una gran acumulación de materia seca, pero con un deterioro en la calidad de la misma, entonces para manejar la pastura, lo ideal es comenzar con un pastoreo temprano en la primavera, de forma tal que el animal no pueda discriminar entre macollas vegetativas y reproductivas. Si este manejo se lleva a cabo, el macollaje será activo, con sistemas radiculares más profundos y posteriormente con mayor calidad en verano. Cabe destacar que lo mencionado anteriormente se aplica a las especies perennes, donde la floración no es necesaria, y muchas veces su no ocurrencia trae beneficios (Carámbula, 2013).

Langer (1981) afirma que, con manejos frecuentes y severos, si bien hay mayor rendimiento de forraje, la calidad del mismo decrece, si los pastoreos son más frecuentes y aliviados la calidad aumenta, pero se debe tener en cuenta que los rendimientos caerán.

2.4.3 Efecto del pastoreo sobre el desempeño animal

El desempeño animal está directamente relacionado a la cantidad y calidad de forraje consumido, pero al mismo tiempo por la capacidad del animal

en digerir y transformar esa materia seca en nutrientes asimilables (Blaser et al., 1960).

El consumo y la selectividad animal tienen una importancia en la eficiencia global del sistema pastoril. La producción de este es el resultado integrado de la producción de forraje, la utilización por parte de los animales y la eficiencia con que este forraje consumido es transformado en producto animal (Hodgson, 1990).

Según Mott (1960), la principal variable que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y de la persistencia productiva de la pastura es la carga animal. El efecto de esta se expresa a través de la presión de pastoreo.

Cuando en un sistema se mantienen cargas bajas, la producción por animal es alta, pero aumentos en la carga hacen que la ganancia individual sea menor. Esto se explica debido a que el consumo por animal se ve limitado por la disminución del forraje disponible. La producción por hectárea aumenta dentro de cierto rango porque la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de disminución en la producción individual. Luego, la producción por hectárea también desciende debido a la marcada reducción en la producción por animal (Mott, 1960).

Jagusch et al., Rattray et al., citados por Hodgson (1990) mencionan que, la performance animal aumenta con incrementos decrecientes conforme aumenta la asignación de forraje, esto demuestra la influencia de la misma sobre la cantidad de forraje consumido.

A su vez, la reducción de la asignación podría disminuir la digestibilidad del forraje consumido, pero esta provoca menor impacto que la limitación directa del consumo (Geenty y Sykes, citados por Hodgson, 1990).

Cuando los animales son manejados a bajas asignaciones, la posibilidad de seleccionar la dieta es baja, por ende, ocurre un mayor consumo de forraje de menor calidad, deteriorando la performance animal. Por otra parte, los animales manejados con bajas asignaciones presentan mayor utilización del forraje, pero se debe tener en cuenta que estos tendrán mayores gastos energéticos en el proceso de cosecha, búsqueda y digestión del forraje consumido (Agustoni et al., 2008).

Cuando se utilizan asignaciones similares, las pasturas que presentan mayor digestibilidad permiten obtener ganancias diarias más altas. Las características de la pastura (composición botánica, cantidad, estructura,

relación hoja/tallo, estado fenológico, composición química y digestibilidad) también afectarán las ganancias de peso, y esto se va a dar a través de los efectos que tienen sobre la ingestión total de nutrientes y del gasto de energía del animal para lograr ese consumo (Guerrero, 1984).

Chilibroste (1998) determina que, el consumo animal se expresa como el producto de la tasa de consumo (g/minutos) y el tiempo de pastoreo efectivo (minutos) a su vez, la tasa de consumo se descompone en tasa de bocado (bocados por minuto) y el peso de bocado. Por su parte, el peso de bocado se compone del volumen de forraje cosechado por animal y la densidad del horizonte de pastoreo, el volumen va a estar determinado por la profundidad de pastoreo y del área que el animal es capaz de cubrir con la lengua.

Teniendo en cuenta lo anterior se concluye que cuando la disponibilidad de forraje se ve reducida el peso del bocado disminuye, con esto los animales tienden a aumentar el tiempo de pastoreo, por lo tanto, habrá mayores gastos de energía por el aumento de esta actividad, traduciéndose en menores ganancias de peso (Kemp y Dowling, 2000).

2.5 PRODUCCIÓN ANIMAL

2.5.1 Introducción

De acuerdo a Raymond (1964), el producto animal está ligado directamente a la calidad y cantidad del forraje producido, así como a la eficiencia de utilización del mismo. Esto está relacionado a la fracción de la oferta que es consumida y la digestibilidad del alimento.

Waldo (1986) explica que, el consumo de la pastura es uno de los componentes principales a tener en cuenta para maximizar la producción pastoril. La productividad de una determinada dieta, está explicada en más de 70% por la cantidad de alimento que el animal pueda consumir y en menor proporción por la eficiencia con que la dieta es digerida.

Siempre que la producción individual no sufra un descenso importante, el aumento en la dotación produce un aumento en la producción de carne por hectárea, debido a que los rumiantes utilizan de forma más eficiente la materia seca disponible si el consumo es algo restringido (Hutton, citados por Smethan, 1981).

2.5.2 Relación entre consumo-disponibilidad-altura

Existe una relación positiva entre la ganancia de peso y la disponibilidad de forraje (Chacon et al., 1978). La relación entre consumo de materia seca y cantidad de forraje se expresa a través de una línea curva que crece con incrementos decrecientes, que tiende asintóticamente a un máximo (Poppi et al., citados por Cangiano, 1996a).

Hodgson, citado por Cangiano (1996a) indica que, el peso del bocado es la variable que presenta mayor efecto sobre el consumo y la altura es la característica de la pastura que tiene mayor incidencia sobre el peso del bocado.

Laca et al., citados por Cangiano (1996a) demuestran en estudios realizados con novillos que el peso de bocado se vio afectado por la altura y la densidad de la pastura. Frente a una misma cantidad de forraje, los animales lograron alcanzar mayores pesos de bocado en pasturas altas y ralas que en las bajas y densas. La variable que cobra efecto es la accesibilidad al forraje.

En pasturas en estado vegetativo o estado reproductivo temprano se determinó que el tamaño del bocado es mayor a medida que la pastura es más alta (Forbes, 1998).

Por contraparte, Chilbroste et al. (2005) reportaron que, la carga animal sobre una pastura de *Festuca arundinacea* afecta la ganancia diaria de peso vivo, mostrando mejor desempeño aquellos animales que estuvieron sometidos a mayores cargas durante todo el período. Los resultados del experimento arrojaron ganancias de 1,17 y 1,06 kg/animal/día, animales en mayor y menor carga respectivamente. Esto se explica a que con mayores cargas los animales acceden a menor cantidad y altura de forraje, con menor porcentaje de restos secos, lo que permite determinar que la pastura favoreció a un mejor consumo de nutrientes digestibles.

En base a lo anterior, se puede concluir que en cultivos puros de festuca, la carga animal es una variable que repercute directamente en la estructura y tasa de crecimiento de la pastura, al aumentar la carga se aumenta la producción de carne y disminuye la cantidad, altura y proporción de restos secos (Chilbroste et al., 2005).

Dado lo anterior, se concluye que la respuesta animal en relación a la carga va a depender del tipo de pastura utilizada, debido a la estructura y respuesta a la defoliación, además existe una relación negativa entre altas cargas y ganancia individual, pero positiva para ganancia por hectárea.

2.5.3 Relación asignación de forraje-consumo

La asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) es uno de los factores más importantes que determina y afecta el consumo de la pastura, siendo este uno de los factores más ajustables en lo que se refiere manejo del pastoreo (Hodgson, 1984). Se debe considerar que la asignación de forraje afecta el porcentaje de utilización de la pastura y el tiempo de duración de la misma (Cardozo, citado por Almada et al., 2007).

La tasa de consumo de materia seca se incrementa hasta asignaciones de aproximadamente 10 kg MS cada 100 Kg PV. Luego del valor de asignación mencionado no se evidencian aumentos en la tasa de consumo (Dougherty et al., 1989). Jamieson y Hodgson (1979) afirman que, reducciones en el consumo a bajas asignaciones de forraje ocurren debido a dificultades en la aprehensión e ingestión del forraje.

Cuando se utilizan diferentes asignaciones existen cambios en la calidad de lo que el animal consume, ya que aumenta o disminuye la posibilidad de selección (Dalley et al., 1999). Cuando se utilizan altas asignaciones, los animales llevan a cabo una constante selección, inclinada a dietas con mayor cantidad de proteína cruda y menor nivel de fibra detergente neutro (Wales et al., 1998).

Blaser, citado por Escuder (1996) indicó que, tanto en pastoreo continuo como rotativo, es posible alcanzar el consumo máximo potencial para una pastura dada. Los animales que entran primero a las pasturas muestran mayores ganancias individuales debido a que pueden realizar un pastoreo con mayor selectividad. Como forma de lograr una buena utilización del forraje y asegurar un rebrote de calidad, es necesario continuar pastoreando con otro lote de animales, con menores requerimientos. Con pastoreo continuo, pueden obtenerse al inicio ganancias individuales similares, ya que la selectividad será alta también en esa situación. No obstante, a medida que pasa el tiempo, hay zonas de la pastura que serán subpastoreadas, en estas la calidad por envejecimiento comienza a disminuir, reduciéndose el área de pastoreo y el consumo de los animales. Con pastoreo rotativo, al tener más controlada la defoliación, se le permite a la pastura un mayor crecimiento y a los animales se le permite mayor oportunidad de selección a medida que transcurre la estación de pastoreo.

Almada et al. (2007), trabajando con novillos Holando sobre una pradera de primer año compuesta por *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* encontraron ganancias medias diarias (GMD) de 1,0; 1,5; 1,7 y 1,7 kg/animal/día (kg/a/d) trabajando con ofertas de forraje (OF) de 2,0; 4,5; 7,0 y

9,5% del peso vivo respectivamente. Por otro lado, obtuvieron producciones de peso vivo (PV) por hectárea de 1100, 900, 700 y 500 kg respectivamente con las ofertas de forraje mencionadas.

Agustoni et al. (2008), obtuvieron valores de ganancias diarias cercanos a 1,8 kg/a/d, trabajando con ofertas de forraje de 9,5% del peso vivo. La producción de PV para este caso fue de 430 kg/ha. Cuando se utilizaron ofertas menores (6% del peso vivo), los novillos presentaron 1,5 kg/a/d de ganancia diaria, pero la producción por hectárea fue mayor que la mencionada anteriormente.

Estudios realizados por Rovira (2005) indican que, novillos Hereford y cruzas Aberdeen Angus de 320 kg en promedio, pastoreando una pradera de 2° año de *Trifolium repens*, *Lolium multiflorum*, *Lotus corniculatus* y *Dactylis glomerata* en el período noviembre-enero, con ofertas de forraje de 5,0; 9,0 y 15,0% del peso vivo, obtuvieron GMD individuales de 0,85; 1,1 y 1,0 kg/a/d respectivamente, logrando producciones de 160, 140 y 100 kg/ha de PV.

Fernández (1999) indica que, para novillos pastoreando con una oferta de forraje de 1,8% del peso vivo en una pradera mezcla de gramíneas y leguminosas en el período otoño-invierno, se reportaron ganancias de 0,8; 0,6; 0,2 y 0,2 kg/a/d según los días que permanecen en cada franja (1, 4, 7 y 14) respectivamente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1 Lugar y período experimental

El siguiente trabajo se llevó a cabo en UdelaR. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”), Paysandú - Uruguay. Sobre el potrero No. 35 (Latitud 32°22'23''S y Longitud 58°03'55''O), durante el período de verano-otoño comprendido entre el 12 de febrero y el 6 de junio del año 2019, sobre una pradera de segundo año compuesta por 3 mezclas forrajeras.

3.1.2 Información metodológica

Uruguay se ubica en una región de clima templado a subtropical (Durán, 1985), con un promedio de precipitaciones de 1200 mm anuales, con un régimen isohigro (30% verano, 28% otoño, 18% invierno y 24% en primavera).

Según Berretta (2001), las temperaturas medias en el Uruguay oscilan entre 16 °C para el Sureste y 19 °C para el Norte. Mientras que, para enero, el mes más cálido, presenta temperaturas que oscilan entre 22 °C y 27 °C y para el mes más frío del año, siendo este julio, la temperatura varía entre 11 °C y 14 °C, respectivamente para cada región.

Durante los primeros meses del período experimental (febrero-abril) las precipitaciones estuvieron por debajo de la media histórica, en el mes de mayo estas fueron muy similares y en el mes de junio superaron el promedio. Estos datos fueron extraídos del registro de la estación meteorológica de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni.

3.1.3 Descripción del sitio experimental

Según Carta de reconocimientos de suelos del Uruguay (Altamirano et al., 1976), los suelos donde se sitúa el experimento corresponden a la unidad San Manuel, formación geológica Fray Bentos. Donde los suelos dominantes son Brunosoles Eútricos Típicos, superficiales a moderadamente profundos, asociados a Brunosoles Eútricos Lúvicos y Solonetz solodizados melánicos, cuyas texturas corresponden a limo-arcillosa, limosa y franca respectivamente.

3.1.4 Antecedentes y manejo previo del área experimental

La pradera mezcla fue evaluada en su segundo año de vida, la cual se sembró sobre un rastrojo de *Setaria italica* como antecesor de verano y *Lolium multiflorum* como antecesor de invierno.

La fecha de siembra se situó el 1 de junio del año 2018, con 60 días de barbecho y una aplicación de glifosato (3 lts/ha). El método de siembra de la gramínea fue siembra directa en línea y para las leguminosas la siembra fue al voleo.

La densidad de siembra de los componentes de la mezcla fue a razón de, 15 kg/ha *Festuca arundinacea* cv. INIA Aurora, 2 kg/ha de *Trifolium repens* cv. Estanzuela Zapicán y 8 kg/ha de *Lotus corniculatus* cv. INIA Rigel. Se fertilizó con 100 kg/ha de 7:40 a la siembra y se refertilizó con 64 kg/ha de nitrógeno a mediados de agosto, según el tratamiento. A su vez, se volvió a refertilizar el 12 de abril con 100 kg/ha de 7:40.

Cabe destacar que, durante el período en estudio, se realizó una pasada con rotativa en todos los bloques para la uniformización del tapiz y el control de malezas.

3.1.5 Tratamientos

El experimento consiste en cuatro bloques, subdivididos en cuatro parcelas, donde cada bloque posee dos tratamientos repetidos en dos parcelas (diseño en bloques completos al azar con dos repeticiones de cada tratamiento por bloque). Los tratamientos consistieron en el agregado extra o no de nitrógeno, a igual oferta de forraje, sobre una pradera mezcla compuesta por tres especies forrajeras.

Tratamiento 1 (T1) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* con el agregado de 64 kg de nitrógeno.

Tratamiento 2 (T2) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* sin el agregado de nitrógeno.

Cada bloque fue pastoreado con 13 novillos, de la raza Holando, con un peso individual promedio de ingreso de 421 kg.

El método de pastoreo fue rotativo, determinando el período de descanso y de ocupación de acuerdo a la altura del forraje en la parcela. El criterio utilizado para el cambio de bloque fue de 5 cm de altura remanente,

mientras que el ingreso de los novillos se intenta que sea con un mínimo de 15 cm de altura disponible.

3.1.6 Diseño experimental

El diseño experimental que se eligió fue en bloques completos al azar con dos repeticiones de cada tratamiento por bloque. El área asignada al experimento de 4,8 hectáreas se dividió en cuatro bloques, representando una repetición cada uno de ellos. Los bloques fueron fraccionados teniendo en cuenta la topografía, pendiente y orientación de la ladera, porque los mismos eran diferentes entre sí.

Cada bloque fue dividido en cuatro parcelas iguales en dimensión. Obteniendo cuatro bloques con cuatro parcelas, donde en cada una de ellas se asignó un tratamiento repetido dos veces.



Figura No. 1. Esquema potrero 35. Disposición de bloques y tratamientos del diseño experimental

3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Las variables que se identificaron durante este trabajo fueron, la producción de forraje de la pradera mezcla con los dos manejos de fertilización, la composición botánica de especies presentes y porcentaje de malezas. Por otra parte, se registró la evolución de peso de los animales durante el período, obteniéndose así la ganancia total e individual lograda durante el período según el tratamiento asignado. De esta manera se logrará hallar la producción en kg de 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 el experimento.

3.2.1.1 Forraje disponible y remanente

Para determinar la producción de materia seca (kg/ha) de los dos tratamientos ya mencionados, se utilizaron los parámetros de forraje disponible y forraje remanente en las parcelas. El forraje disponible es determinado como la cantidad de forraje presente (expresado como kg/ha de MS) previo al pastoreo de los animales. Mientras que el forraje remanente es la cantidad de forraje presente luego del retiro de los animales de la parcela.

El método utilizado en la fase de campo para determinar dichos parámetros fue el de doble muestreo de Haydock y Shaw (1975). El mismo consiste en la utilización de una escala de apreciación visual de 12 puntos por parcela para la medición tanto del forraje disponible como del forraje remanente. Donde se determinaron zonas con volúmenes y alturas máximas, mínimas e intermedias de forraje. Esta escala intenta contemplar las variaciones en cantidad de forraje dentro de la parcela. Se destaca que, dada la homogeneidad encontrada en las alturas posteriores al pastoreo animal, se decidió tomar 9 puntos en lugar de 12 en la parcela para determinar el forraje remanente.

En cada punto se obtuvo una muestra mediante la realización de cortes al ras del suelo (dejando 1 cm de altura), utilizando una tijera de aro y cortando dentro de rectángulos de 50 cm de largo por 20 cm de ancho. Se tomaron las correspondientes muestras por parcelas y por medición de alturas.

Las muestras se pesaron en fresco y luego del secado de las mismas durante 48 horas en estufa de circulación forzada de aire a 60 °C se determinó el peso seco (MS) de las mismas. No se llevó a cabo ningún mecanismo de separación de los diferentes componentes de las muestras.

Luego de obtener los datos de materia seca por muestra, se procedió a calcular la disponibilidad de forraje en la parcela (expresado en kg MS/ha), mediante la ecuación 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 R^2 , p -valor y la correspondiente línea de tendencia.

En la ecuación se sustituye la b (pendiente de la curva), con el valor promedio de altura y se observó las 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 al azar por tratamiento con la utilización de una regla y rectángulo. Los puntos fueron tomados caminando en "zigzag" dentro de la parcela y cada cinco pasos se dejó caer el rectángulo. Se midieron 3 alturas dentro de la diagonal del rectángulo, una en el centro y dos en cada extremo. El criterio utilizado fue medir en el punto de contacto de la regla con la lámina de la hoja verde más alta (Barthram, 1986)

Mediante un promedio de todas las mediciones se obtuvo la altura promedio del forraje dentro de cada parcela. Este procedimiento se llevó a cabo para determinar el forraje disponible y forraje remanente.

3.2.1.3 Producción de forraje

La producción de forraje estimada como los kg de materia seca por hectárea, se determinó mediante la diferencia calculada entre el forraje disponible al momento de entrar a pastorear y forraje remanente del pastoreo anterior, ajustado por la tasa de crecimiento diaria de la pastura ponderada por los días de ocupación de la parcela (Campbell et al., 1999).

3.2.1.4 Materia seca desaparecida

Corresponde al material vegetal (kg MS/ha) que desaparece entre una medición y la siguiente, correspondiendo al período de pastoreo. Se obtiene mediante la diferencia del forraje disponible y el forraje remanente (Campbell et al., 1999).

3.2.1.5 Porcentaje de utilización

El porcentaje de utilización hace referencia a la cantidad de materia seca desaparecida en relación a la que había disponible expresado en base

100. Fue calculado mediante la relación entre materia seca desaparecida y el forraje disponible que había antes de iniciar el pastoreo.

3.2.1.6 Composición botánica

Esta variable se refiere a la participación porcentual de cada fracción de la pastura (gramíneas, leguminosas y malezas) en cuanto a contribución de biomasa. Este parámetro fue determinado a través del método de Brown (1954). Mediante la apreciación visual de cada muestra dentro del rectángulo descrito anteriormente, se evaluó la proporción de cada una de las fracciones (gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos) que componen el forraje disponible y remanente. Los resultados se obtuvieron mediante el promedio de 40 mediciones que se realizaron en conjunto con las mediciones de alturas mencionadas anteriormente. 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 con los animales en ayuno durante toda la noche y pesados en la mañana. Las respectivas pesadas fueron realizadas los días 12 de febrero, 15 de abril y 6 de junio.

3.2.1.8 Ganancia de peso media diaria

La ganancia de peso media diaria individual (kg/animal/día) de los novillos, fue calculada dividiendo la ganancia total de los animales en el período de pastoreo (peso vivo final menos peso vivo inicial), entre el número de días comprendido por este período.

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.

3.2.1.10 Producción de peso vivo por hectárea

Para realizar el cálculo de los kilos de peso vivo producidos por hectárea (expresados como kg de PV/ha), se dividió la ganancia total (peso vivo final menos peso vivo inicial) entre la superficie (ha). Este cálculo se determinó por separado para cada tratamiento, de esta manera se obtuvo la producción de peso vivo por hectárea para cada uno de estos.

3.3 HIPÓTESIS PROPUESTA

3.3.1 Hipótesis biológica

En el marco biológico, la hipótesis planteada se basa en que el agregado de nitrógeno a una pradera compuesta por gramíneas y leguminosas genera un bajo o nulo efecto en la producción primaria (kg MS/ha). La incorporación de nitrógeno genera efecto sobre la calidad de la pastura teniendo impacto en la producción secundaria media en kg de peso vivo animal.

3.3.2 Hipótesis estadística

Ho: $t_1=t_2$

Ha: existe al menos un efecto de tratamiento diferente

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se analizan los datos en el paquete estadístico INFOSTAT, en este 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

3.4.1.1 Modelo para el análisis de la producción vegetal

El modelo estadístico corresponde a un diseño en bloques completos al azar (DBCA), donde el modelo estadístico es el siguiente.

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + p_j + \beta_k + \xi_{ijk}$$

Siendo,

- Y = corresponde a la variable de interés
- μ = es la media general
- t_i = es el efecto de la i-ésimo tratamiento (t_1 y t_2)
- p_j = es el efecto de la j-ésimo pastoreo (p_1 y p_2)
- β_k = es el efecto del k-ésimo bloque (B1, B2, B3, B4)
- ξ_{ijk} = es el error experimental

3.4.1.2 Modelo para el análisis de la producción animal

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

Siendo,

- Y_{i1} = corresponde al valor de la ganancia de peso del i-ésimo tratamiento
- μ = es la media poblacional
- t_i = es el efecto tratamiento (T1; T2)
- β_1 = es la covarianza del peso inicial
- ξ_{i1} = es el error experimental.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DATOS METEREOLÓGICOS

A continuación, se compara el registro de precipitaciones y temperatura del período que abarca el experimento con los registros promedios de una serie histórica comprendida entre 1980 y 2009.

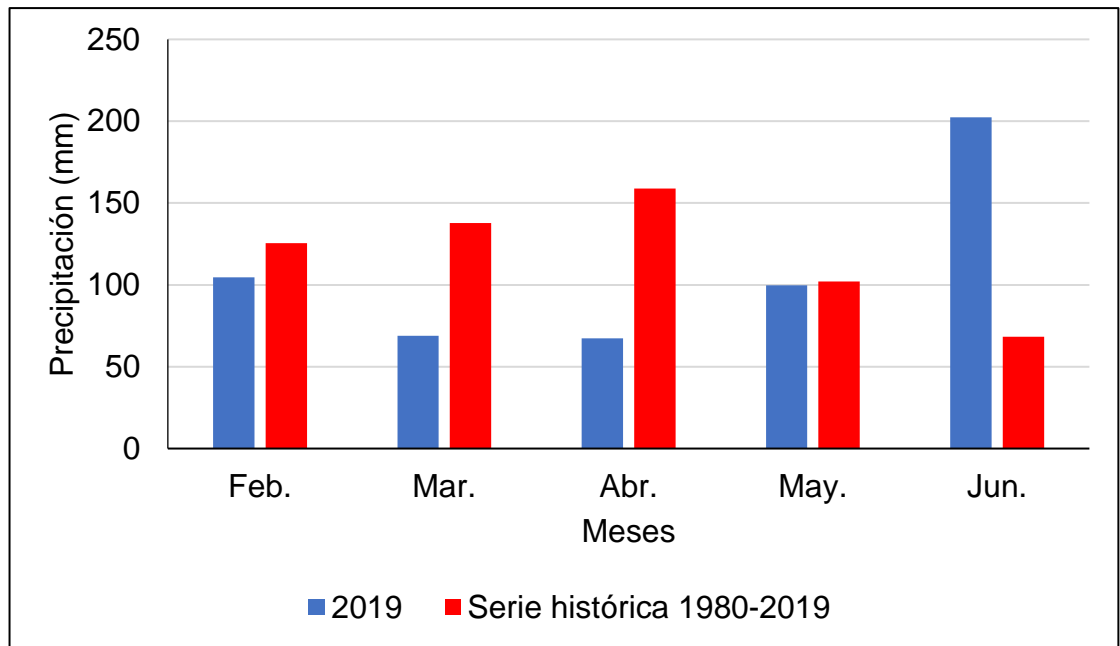


Figura No. 2. Registro de las precipitaciones durante el experimento, comparado con el promedio histórico

Como se puede observar en la figura las precipitaciones medias del año 2019 fueron inferiores al promedio histórico en la mayoría de los meses que duró el experimento. Las diferencias más notorias fueron en los meses de abril con 88,2 mm por debajo de la media histórica y el mes de junio con 134,1 mm por encima del promedio. Cabe resaltar que en el mes de mayo la lluvia registrada fue similar a la media histórica, presentando valores de 99,7 y 102 mm respectivamente. En el período comprendido entre febrero y abril las precipitaciones acumuladas estuvieron 180,2 mm por debajo del promedio.

En el siguiente gráfico se comparan las temperaturas medias mensuales durante el período experimental y un promedio histórico. Se puede observar que estas no estuvieron muy alejadas del promedio, salvo los meses

de marzo y junio, los cuales presentaron 2,5 °C por debajo del promedio y 2,3 °C por encima respectivamente.

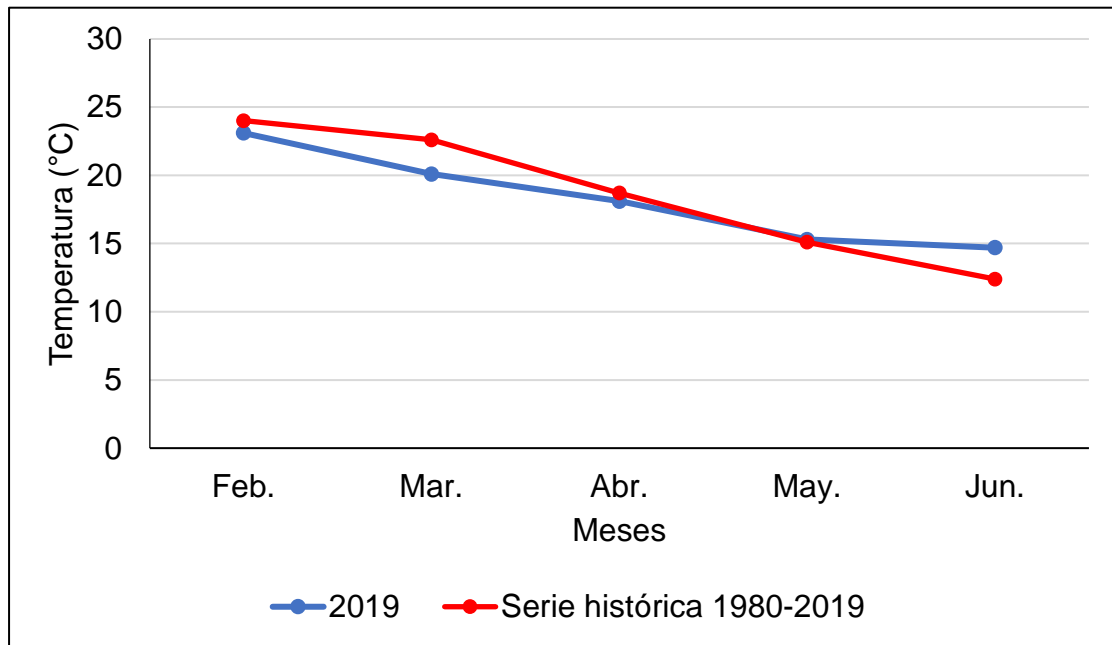


Figura No. 3. Registro mensual de temperatura promedio durante el período del experimento en comparación con el promedio histórico

Según Carámbula (2002), las especies con metabolismo C3 como las utilizadas para la realización del experimento, presentan un buen desarrollo con temperaturas de 15 a 20 °C. Durante todo el período las temperaturas estuvieron dentro del rango óptimo.

Para determinar si existieron déficits o excesos hídricos en el período de estudio, se realizó un balance hídrico meteorológico (ver anexo No. 11) basado en la metodología de Thornthwaite y Mather (1955). El CAAD utilizado para realizar el balance fue de 80 milímetros.

A partir del mismo se puede afirmar que gran parte del período en estudio presentó deficiencias hídricas, sobre todo en los meses de febrero, marzo y abril, afectando la producción de forraje y por consiguiente la producción de carne por hectárea.

4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

Para poder facilitar el análisis de resultados y manejar un lenguaje común a otros trabajos es pertinente mencionar la oferta de forraje utilizada. La misma fue de 5,5 kg MS/ 100 kg PV para el tratamiento con agregado de nitrógeno y 6,1 kg MS/ 100 kg PV para el tratamiento sin agregado.

4.2.1 Forraje disponible

En el siguiente apartado se presentan los datos de cantidad y altura de forraje disponible promedio para cada tratamiento, expresados en kg MS/ha y cm respectivamente.

4.2.1.1 Cantidad de forraje disponible

Cuadro No. 1. Disponibilidad promedio de forraje en kg MS/ha de cada tratamiento

Tratamiento	Forraje disponible (kg MS/ha)
1	1812,6 A
2	1818,7 A

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

Como se puede observar no se registraron diferencias significativas en el forraje disponible dentro de cada tratamiento. Esto se puede explicar debido a que existe un mayor porcentaje de leguminosas frente a gramíneas (ver cuadro No. 6), y con esto el nitrógeno no genera efecto sobre la producción de la mezcla. Esto concuerda con lo reportado por Rebuffo (1994), quien destaca que el aporte de nitrógeno como fertilizante no produce efecto sobre la producción cuando existe un alto porcentaje de leguminosas en relación a gramíneas en el tapiz.

Los resultados obtenidos también concuerdan con lo mencionado por Carámbula (2019) quien indica que, pasturas mixtas dominadas por leguminosas, generalmente la respuesta al N no es importante.

Cuando se tienen en cuenta las pasturas perennes, es más común que no haya respuesta al agregado del nitrógeno dada la capacidad natural de la leguminosa de aumentar la cantidad disponible de este nutriente (Mazzanti et al., 1997).

Estudios realizados por Hidalgo et al. (2016) reportaron que, el rendimiento de materia seca y la fijación biológica de nitrógeno de una pastura

compuesta por leguminosas y una gramínea perenne se maximizó cuando se utilizaron dosis de 60-120 kg de N/ha. Para el experimento la dosis utilizada fue 64 kg de N/ha, estando situada dentro del rango recomendado, pero se debe tener en cuenta que la aplicación de nitrógeno se realizó meses anteriores al período experimental, y con esto se estaría evaluando un efecto residual del mismo.

Otro factor que influye es que en el período previo al experimento se constatan excesos históricos, esto trae como consecuencia la pérdida de nitrógeno del suelo, tanto por lixiviación como por desnitrificación por parte de los microorganismos en anaerobiosis. A su vez, en los meses de febrero, marzo y abril existieron deficiencias hídricas, lo cual afectaría el comportamiento de las plantas frente a la absorción de nutrientes del suelo. Respecto a lo anterior, Carámbula (2019) afirma que, cuando hay bajo nivel de humedad se impide la absorción del nitrógeno presente en los 10 cm superiores del suelo.

En este sentido el nitrógeno cedido por las leguminosas presentaría mayor eficiencia respecto al aportado por el fertilizante en condiciones de sequía, el cual no llega a las raíces (Mulder, Cowling, citados por Carámbula, 2019).

En el siguiente cuadro se presenta la evolución del forraje disponible, teniendo en cuenta el período comprendido entre la entrada de los animales en el primer bloque y la salida de estos en el cuarto, para esto se consideró el promedio de los cuatro bloques para cada período. El primer pastoreo fue desde el 18 de febrero hasta el 10 de abril y el segundo ocurrió desde el 10 de abril hasta el 04 de junio.

Cuadro No. 2. Evolución de la disponibilidad de forraje para cada pastoreo y tratamiento

Pastoreos	Disponible (kg MS/ha) 0 N.	Disponible (kg MS/ha) 64 N.
1°.	2245,8 A	2240 A
2°.	1391,7 B	1385,1 B

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

Se puede observar que la disponibilidad de forraje en el primer pastoreo presenta diferencia significativa con respecto al segundo. Sin embargo, la disponibilidad de forraje no varió significativamente entre los tratamientos en ninguno de los dos pastoreos.

La mayor disponibilidad de forraje del primer pastoreo podría estar explicada por diversos factores. La importante recarga del suelo por lluvias

registradas en el mes de enero, afectaron positivamente la disponibilidad de kg MS/ha del primer pastoreo. De acuerdo a Troughton, citado por Carámbula (2019), con un aumento en la disponibilidad de agua se registra un crecimiento progresivamente mayor de la parte aérea que de las raíces, comportamiento contrario a medida que desciende la disponibilidad de agua en el suelo. Esto último concuerda con lo sucedido durante los meses de febrero, marzo y abril, donde el déficit hídrico acompañado de la disminución de temperatura ocasiona un descenso en la tasa de crecimiento, y de esta manera se reduce el área foliar, se incrementa la muerte de hojas y macollos y disminuye la accesibilidad a los nutrientes, lo cual se refleja en el menor disponible del segundo pastoreo (Hsiao y Acevedo, Turner y Begg, Jones, Nabinger, Santiñaque, Barker y Caradus, Santiñaque y Battista, citados por Carámbula, 2010).

Otro factor que explica la mayor disponibilidad de forraje en el primer pastoreo es la tasa de crecimiento, siendo esta significativamente superior durante el período previo al primer pastoreo, generando así una mayor disponibilidad de forraje en comparación a la registrada para el segundo pastoreo (ver figura No. 8). La diferencia entre tasas de crecimiento se explica en el apartado Producción de materia seca - tasa de crecimiento.

Además de esto, debe considerarse que se realizó un control mecánico de malezas con rotativa en otoño, con el fin de evitar la semillazón y afectar la formación de reservas por parte de estas, esta práctica concuerda con lo recomendado por Formoso y Martínez (2012). Dado lo anterior, la menor disponibilidad de forraje en el segundo pastoreo se explicaría por el pasaje de la rotativa, ya que además de controlar las malezas tiene un efecto directo sobre la disponibilidad de forraje.

Sumado a los factores mencionados, la producción del primer pastoreo se ve influenciada por la contribución de kg MS/ha por parte de las malezas estivales de metabolismo C4, mientras que la disminución del disponible hacia los meses otoñales también se explica por el cambio fenológico de las especies presentes y la contribución por parte de especies con metabolismo C3 como es el caso del trébol blanco.

4.2.1.2 Altura del forraje disponible

Cuadro No. 3. Altura promedio del forraje disponible por tratamiento y vuelta de pastoreo

Pastoreos	Altura disponible (cm.) 0 N.	Altura disponible (cm.) 64 N.
1°.	22 A	22,9 A
2°.	13,2 B	13,3 B

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

No se observan diferencias significativas en la altura del forraje disponible entre tratamientos en ninguno de los pastoreos realizados. Si se encontraron diferencias significativas entre el primer pastoreo y el segundo.

Si bien el primer pastoreo y el segundo presentan diferencias significativas en la altura al ingreso de los animales, estas están próximas al rango de 15-20 cm de altura para pastorear recomendado por Zanoniani et al. (2006), con esto se permite recuperar el área foliar y el estado de la pastura disminuyendo los efectos de las intensidades de defoliación.

La altura presenta una tendencia muy similar a la cantidad de forraje disponible, esto concuerda con lo afirmado por Hodgson, citado por Almada et al. (2007) quien menciona que, la altura de forraje está directamente relacionada con la cantidad de materia seca disponible.

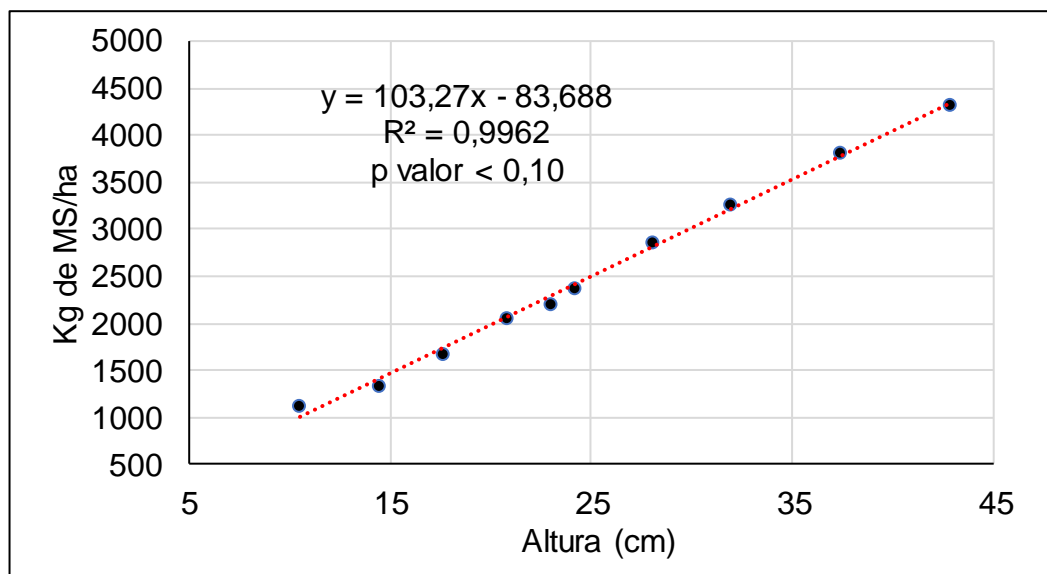


Figura No. 4. Kg de materia seca disponible en función de la altura disponible

En la figura se observa que la altura disponible y los kg de MS/ha presentan una correlación de 99,62% con una tendencia lineal positiva, lo cual condice con lo encontrado por Agustoni et al. (2008).

Esta relación entre la altura y disponibilidad de forraje, también fue reportada por Souza y Presno (2013), estos últimos trabajando con distintas mezclas forrajeras encontraron una tendencia positiva entre la altura del forraje y la disponibilidad del mismo.

4.2.2 Forraje remanente

Seguidamente se realiza el mismo análisis para el forraje remanente, tanto en kg MS/ha como en altura (cm).

Cuadro No. 4. Forraje remanente promedio en kg MS/ha de cada tratamiento

Tratamiento	Forraje remanente (kg MS/ha)
1	861,2 A
2	947,4 A

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

De la misma manera que lo observado en el forraje disponible, el remanente no presenta diferencias significativas en cuanto a los kg de MS/ha para ambos tratamientos.

Lo anterior se explica por la utilización de cargas animales distintas entre tratamientos, que llevan a una oferta de forraje similar (5,5 y 6,1 kg MS/100 kg PV, para T1 y T2). Este manejo se realiza ya que la producción total del T1 fue superior numéricamente (ver cuadro No. 8), por lo tanto, equilibrando la oferta de forraje no se repercute sobre el forraje remanente y disponible promedio.

Según Arenares et al. (2011), el remanente podría estar explicado por la composición botánica de la mezcla, ya que, si existen especies más digestibles, hojas y pecíolos que promueven el mayor consumo animal, el remanente podría ser menor. En el caso del experimento se utilizó la misma mezcla en ambos tratamientos, y estas no presentaron diferencias significativas en cuanto a la proporción de cada especie (ver cuadro No. 6). Además, no se registró sobrepastoreo en una especie dada.

A continuación, se presenta el gráfico de la evolución del forraje remanente, siendo este el promedio de los remanentes de cada pastoreo, dentro de cada tratamiento.

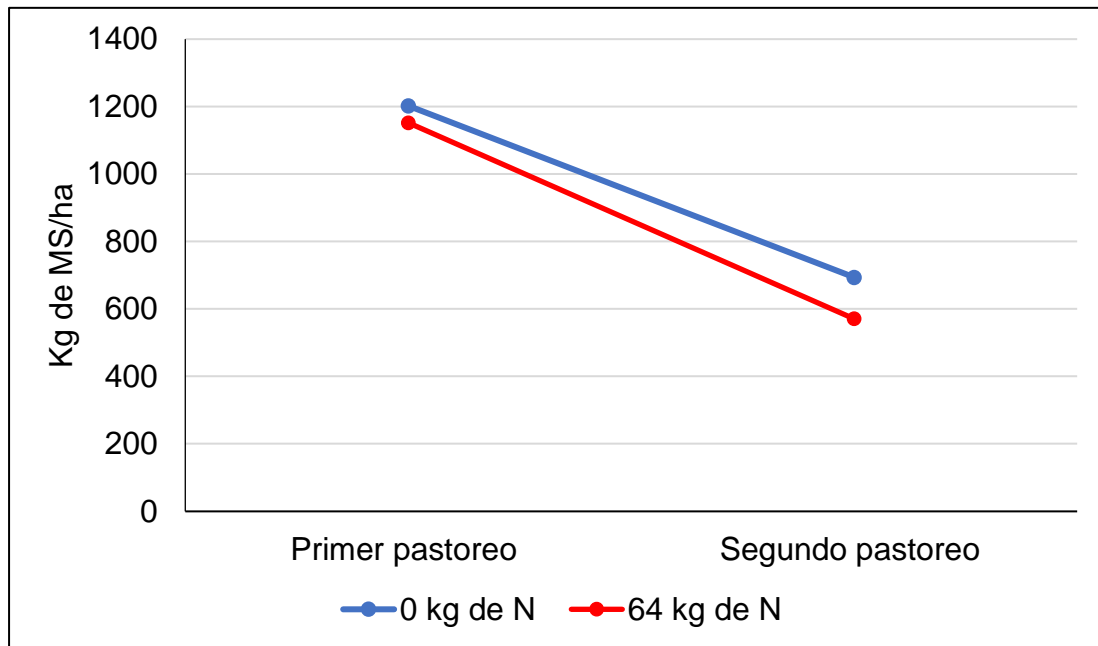


Figura No. 5. Evolución del forraje remanente (kg MS/ha) para cada tratamiento

Se puede observar que el forraje remanente luego del primer pastoreo fue superior al del segundo pastoreo, sin presentar diferencias significativas entre tratamientos.

El menor remanente registrado luego del segundo pastoreo se explica porque se ingresó a la parcela con un disponible menor, fruto de lo que ya fue explicado anteriormente (pasaje de rotativa y menor contribución por parte de malezas estivales durante el segundo pastoreo). A su vez, los días totales de cada pastoreo y las cargas utilizadas en cada vuelta fueron iguales, lo que implica una similar remoción de forraje ocasionando un menor remanente.

El alto porcentaje de malezas presentes en el experimento hace que la accesibilidad al forraje por parte de los animales disminuya, así como su consumo por la menor digestibilidad total de la pastura (Montossi et al., 1996). Sin embargo, luego del primer pastoreo el porcentaje de malezas disminuye (ver figura No. 7), esto puede traer como consecuencia un mayor consumo animal. Por lo tanto, el menor remanente en el segundo pastoreo es fruto del pasaje de rotativa, de esta manera los animales ingresen a la pastura con un menor disponible. A su vez, se promueve la accesibilidad al forraje aumentando el consumo animal resultado de la mejor calidad.

4.2.2.1 Altura del forraje remanente

Cuadro No. 5. Altura promedio del forraje remanente en centímetros para cada tratamiento

Tratamiento	Altura remanente (cm)
1	10,6 A
2	10,6 A

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

No se observan diferencias significativas en la altura del remanente para ninguno de los dos tratamientos.

Los valores observados de las alturas remanentes se encuentran dentro de los rangos recomendados por Carámbula (2019), para no comprometer la pastura y asegurar un buen rebrote para los siguientes pastoreos.

Las alturas también concuerdan con los remanentes aconsejados por Ayala et al. (2010) quienes mencionan que, para pasturas mezclas que presentan festuca, el remanente adecuado es en torno a los 10 cm. Si bien el trébol blanco soporta defoliaciones hasta los 5 cm, no sería lo recomendado en este caso por la mezcla presente.

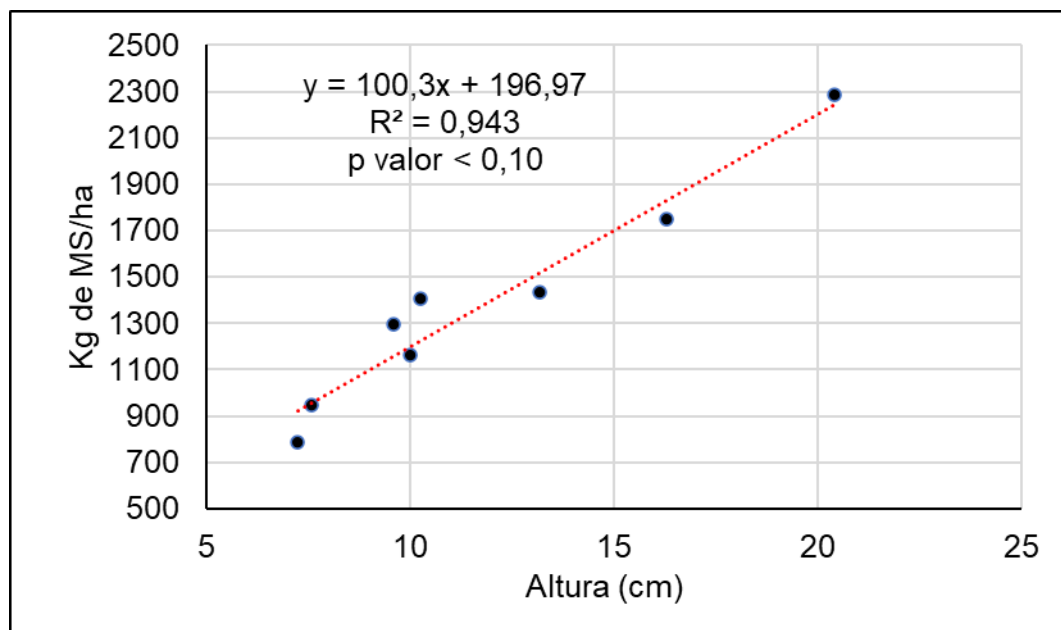


Figura No. 6. Kg de MS/ha remanente en función de la altura remanente

De la misma manera que para el forraje disponible, los kg de MS/ha del remanente presentan una alta correlación y tendencia lineal positiva con la altura presentado una correlación de 94,3%.

4.2.3 Composición botánica

A continuación, se presentan los resultados de composición botánica promedio, para cada tratamiento.

Cuadro No. 6. Composición botánica promedio del forraje disponible para cada tratamiento

Tratamiento	% Festuca	% Lotus	% TB	% Malezas	% RS
1	8,5 A	10,6 A	26,7 A	39,2 A	14,9 A
2	10,9 A	10,2 A	31,8 A	33,6 A	13,5 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes entre tratamiento ($p < 0,10$).

Como se puede apreciar en el cuadro, no existieron diferencias significativas en la proporción de cada especie, malezas y restos secos entre tratamiento. No se realizó un estudio estadístico dentro de cada tratamiento para corroborar si existe diferencia significativa en la contribución de cada especie.

Para ambos tratamientos existe una superioridad en el porcentaje de leguminosas frente a la gramínea. Según Rebuffo (1994), a medida que aumenta la proporción de leguminosas frente a gramíneas, la respuesta al agregado de nitrógeno va a ir disminuyendo, esto es lo que explica la baja o nula respuesta de la fertilización nitrogenada en el experimento.

Lo obtenido en el experimento concuerda con lo mencionado por Carámbula (2019) el cual afirma que, las mezclas de segundo año generalmente presentan un dominio por parte de las leguminosas sobre las gramíneas, particularmente si estas son perennes, por lo que la respuesta a la aplicación de N es muy baja o nula.

El motivo de la mayor proporción de leguminosa sobre las gramíneas, se debe a la baja implantación de estas ocasionadas por la presencia de raigrás que se dejó semillar, sumado a esto la menor contribución por parte de la festuca se explica debido a que se está evaluando luego de la salida del verano y aún no se ha realizado la fertilización nitrogenada.

La festuca presenta un establecimiento lento, a raíz de esto es susceptible a la competencia ejercida por otras especies, como consecuencia la

producción del primer año es baja (Langer, 1981). Esto podría estar explicando la menor presencia de esta especie en el experimento, ya que, el porcentaje del trébol, lotus y malezas la superaban ampliamente. López et al. (2013) señalan que, festuca sembrada tarde reduce significativamente su aporte de MS, siendo esta otra causa del bajo porcentaje de la gramínea en la mezcla.

Mac Connell et al., citados por Esquivel (1963) informan que, el agregado de un bajo contenido de N es beneficioso para la nodulación y fijación, con esto las leguminosas se pueden ver beneficiadas con la aplicación de N y así se podría estar explicando la mayor proporción de las mismas frente a las gramíneas.

Sumado a lo anterior, la siembra de la pradera se realizó fuera de fecha óptima, lo cual podría estar condicionando la correcta implantación de las especies y generando un predominio de malezas. Según Carámbula (2013), las siembras tardías presentan peor implantación y menor precocidad como consecuencia de que promueven una población restringida de plántulas, las que a su vez son más débiles. Este comportamiento se debería a un bajo porcentaje de germinación, crecimiento lento de las plántulas, sistema radicular superficial, baja eficiencia en el uso del fósforo y problemas en el proceso de nodulación de las leguminosas.

La respuesta a la fertilización se debería ver reflejada en la proporción de festuca, la cual no presenta diferencia significativa en los tratamientos, el motivo radica a que la fertilización nitrogenada no fue realizada durante el período experimental, sino que se fertilizó únicamente en el primer año.

Algo más a tener en cuenta es que, la fracción de resto seco recomendado por Carámbula (2002) es en torno a 10%. Para el experimento los valores de resto seco se encontraron por encima del valor sugerido, a modo de corregir esto el autor recomienda que la asignación de forraje por animal pueda ser un poco menor para reducir la generación de material senescente de las distintas fracciones, logrando que el remanente sea altamente eficiente (Carámbula, 2004) y mayor presencia de leguminosas en la mezcla (Pearce et al., 1965).

En el siguiente gráfico se presenta la evolución de la composición botánica promedio para cada pastoreo, expresada en porcentaje, las diferencias significativas se presentan en anexos (ver anexo No. 8).

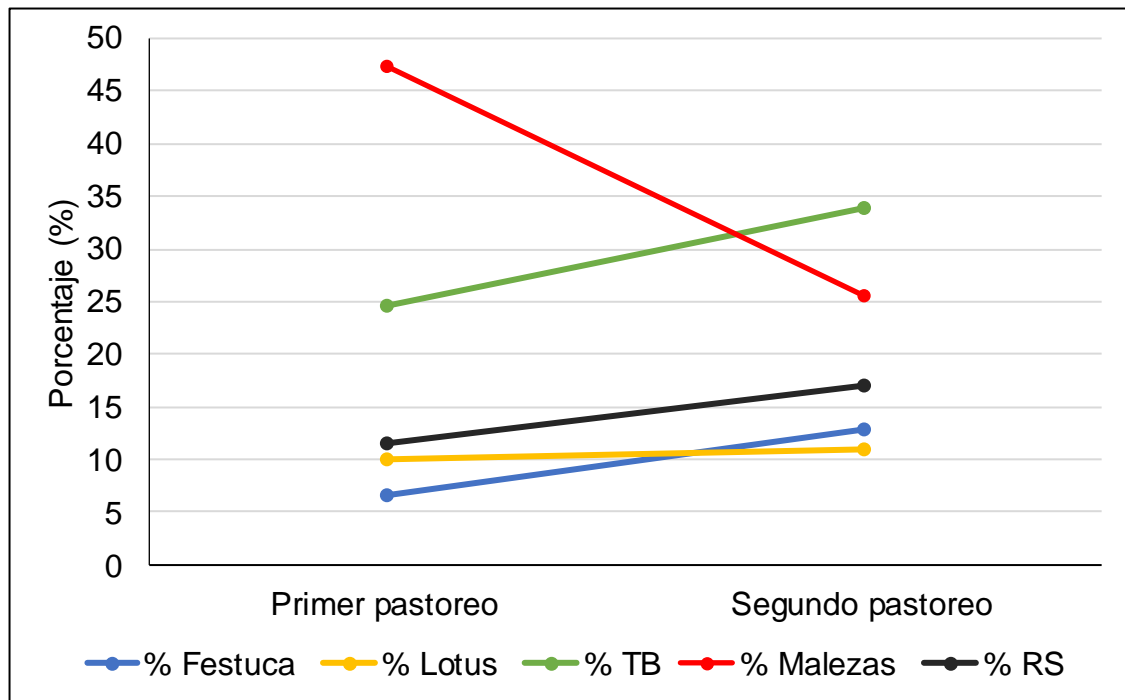


Figura No. 7. Evolución de la composición botánica de los tratamientos 1 y 2 a lo largo del período experimental

La festuca presentó un incremento porcentual en el segundo pastoreo presentando diferencia significativa (ver anexo No. 8), mientras que el trébol blanco y el lotus presentaron incrementos numéricos sin diferencias estadísticamente significativas.

En general los porcentajes de especies sembradas fueron estadísticamente superiores en el segundo pastoreo (ver anexo No. 7)

El aumento en el porcentaje de festuca en el segundo pastoreo se explica debido a que, a partir de marzo, durante el otoño, la planta direcciona sus esfuerzos a incrementar notoriamente la población de macollos. En el período previo a marzo esta se caracteriza por presentar un predominio en la tasa de muerte de macollos sobre la formación de los mismos (Formoso, 2010).

Por otra parte, el porcentaje de malezas disminuyó significativamente entre un pastoreo y otro, esto fue consecuencia del control mecánico realizado posterior al primer pastoreo. Lo que se logró con la utilización de la rotativa fue eliminar los vástagos de las malezas y uniformización del tapiz vegetal permitiendo una mayor proporción de rojo/rojo lejano al estrato inferior, en el cual se encontraban las especies presentes en la mezcla. La festuca se vio

favorecida y como esta es una gramínea de crecimiento precoz en otoño (García, 2003), logró aumentar su proporción y empezar a macollar, el trébol y el lotus siguieron la misma tendencia, aunque no se constataron diferencias estadísticamente significativas.

Se observa que el trébol blanco sigue la misma tendencia de la festuca, aumentando su porcentaje luego del primer pastoreo, esto se basa en que entra en el período donde las temperaturas se encuentran entre 15 y 20 °C siendo estas su rango óptimo de desarrollo. Estos resultados conciben con el trabajo de Díaz et al., citados por García (1996), quienes observaron que trébol blanco cultivar Zapicán presenta tasas de crecimiento ligeramente superiores durante otoño en relación al verano.

Otro factor que podría explicar la tendencia al aumento en la proporción del trébol blanco, es la utilización de la rotativa, de igual forma que favoreció a la festuca, podría estar favoreciendo a las otras especies de la mezcla.

Trabajos realizados por Formoso (1993) reportan que, el lotus presenta las mayores tasas medias de producción de forraje en primavera, disminuyendo las mismas en verano, con excepción del primer verano, donde, promedialmente se registran los mayores valores. En otoño e invierno las tasas medias de producción son sustancialmente inferiores que las de primavera-verano. Estos datos no concuerdan con los encontrados en el presente trabajo. Se observa que el porcentaje de este en el período estivo-otoñal fue similar. Una de las explicaciones de esto radica en que durante el período estival el enmalezamiento fue elevado, ejerciendo una alta competencia y condicionando el correcto crecimiento de este. En el mes de enero se registraron precipitaciones por encima del promedio, lo cual pudo haber afectado a esta especie ya que, condiciones climáticas cálidas y húmedas aceleran la tasa de mortandad de plantas (Miller et al., Nelson y Smith, Willis y Thompson, Smith, Barta, Beuselinck et al., citados por Formoso, 1993) y con esto no se permitió obtener un mayor porcentaje de plantas respecto al período otoñal.

Como se mencionó anteriormente, se realizó control mecánico de malezas, el cual presentó una respuesta positiva sobre la proporción de las mismas, reduciendo ampliamente su porcentaje luego de realizado el control. Las principales malezas observadas fueron *Conyza sp.*, *Sida sp.*, *Setaria geniculata*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colona* y *Cenchrus pauciflorus*, siendo estas de ciclo estival. Al final del período experimental se comenzaron a observar especies de ciclo invernal tales como *Anthemis cotula*, *Bowlesia incana*, *Chaptalia sp.* y *Cirsium vulgare*.

Trabajos realizados por García (1995) demuestran que, en el primer año de las pasturas no debería haber problemas de malezas, normalmente en el segundo año empiezan a aparecer con mayor frecuencia y los problemas podrían agudizarse a partir del tercer año. Esto no fue lo ocurrido en el experimento, ya que, al final del primer año ya presentaba un alto porcentaje de enmalezamiento, representando este casi un 50% de la composición botánica. Este alto porcentaje de malezas podría explicarse por una mala implantación de las especies componentes de la mezcla, acompañado a condiciones climáticas desfavorables o favorables para las malezas. Sumado a esto se debe tener en cuenta que, si se dan las condiciones, las malezas tienen alta capacidad de competencia y de desarrollar altas tasas de crecimiento al estado de plántula, que resultan en una rápida expansión de la superficie foliar (Patterson, citado por Ríos y Giménez, 1992).

Como ya se mencionó, al instalar una pastura, lo ideal es que esté compuesta por 60-70% de gramíneas, 20-30% de leguminosas y 10% de malezas (Carámbula, 2019). Esto no fue logrado en el experimento, debido a lo explicado por Jones, citado por Carámbula (2007b) quien menciona que, gran parte del descenso de la productividad y el deterioro de la composición botánica se explica por un manejo incorrecto.

4.2.4 Forraje desaparecido

En el siguiente cuadro se presenta el forraje desaparecido promedio en cada tratamiento en todo el período del experimento.

Cuadro No. 7. Forraje desaparecido promedio para cada tratamiento, expresado en kg/ha MS

Tratamiento	Forraje desaparecido (kg MS/ha)
1	951,4 A
2	871,3 A

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

Como se observa no existieron diferencias estadísticas en el forraje desaparecido en cada tratamiento. De la misma manera, no se encontraron diferencias en el forraje ofrecido, y con esto el porcentaje de utilización tampoco presentó diferencias significativas.

En el siguiente gráfico se aprecia que el porcentaje de utilización fue en torno a 50%, estando por debajo a lo indicado por Irigoyen (2009), que asume que el porcentaje de utilización de la pastura en el período estivo-otoñal es de hasta 60-70%. Así mismo estos porcentajes de utilización concuerdan con las

condiciones climáticas y ambientales imperantes del período experimental. A su vez, los valores obtenidos concuerdan con lo expresado por Quinodoz (2012), el cual menciona que la mayoría de los productores solo aprovecha el 50 % del pasto disponible.

Las similares ofertas de forraje utilizadas entre tratamientos (5,5 kg MS/ 100 kg PV para el tratamiento 1 y 6,1 kg MS/ 100 kg PV para el tratamiento 2) determinaron similares porcentajes de utilización entre tratamiento en torno al 50%. Similares valores de utilización fueron encontrados por Arenares et al. (2011) con la misma oferta de forraje. Almada et al. (2007), trabajando con ofertas de 2,0 y 4,5 kg MS/ 100 kg PV, obtuvieron utilidades mayores, alrededor de 80 y 70% respectivamente. Dado esto, se puede afirmar que, con pastoreos más intensos, es decir, bajas ofertas de forraje, se evitan pérdidas por senescencia y se logra remover mayor proporción de forraje verde (Soca y Chilibróste, 2008). Sin embargo, el aumento de la asignación de forraje a expensas de un menor % de utilización, pueden mejorar la performance animal (Simeone y Beretta, 2008).

Los valores de forraje desaparecido son similares a los reportados por Arenares et al. (2011) para pasturas mezclas siendo de 1107,75 kg MS/ha. La semejanza entre tratamiento 1 y tratamiento 2 puede relacionarse a la disponibilidad inicial, a la tasa de crecimiento y porcentaje de utilización similares.

Los factores no nutricionales (habilidad de los animales para cosechar la pastura), podrían estar afectando al porcentaje de utilización, ya que aparecen como determinantes del consumo (Poppi et al., citados por Montossi et al., 1996). Al presentar un alto porcentaje de malezas encañadas y de gran porte, la accesibilidad de los animales a las especies de interés se veía limitada, con esto, el consumo es restricto.

Otro motivo que explica el porcentaje de utilización son los factores inherentes a la pastura, como ser la calidad de la misma. Como ya se expresó, durante el experimento existió un alto porcentaje de malezas, principalmente durante el primer período, este enmalezamiento además de limitar el acceso a la pradera, hizo que la calidad del material consumido disminuyera. Esta menor calidad provocó que el consumo se viera limitado por los factores nutricionales, los cuales como hacen referencia Montossi et al. (1996), tienen importancia en afectar el consumo y con esto el porcentaje de utilización.

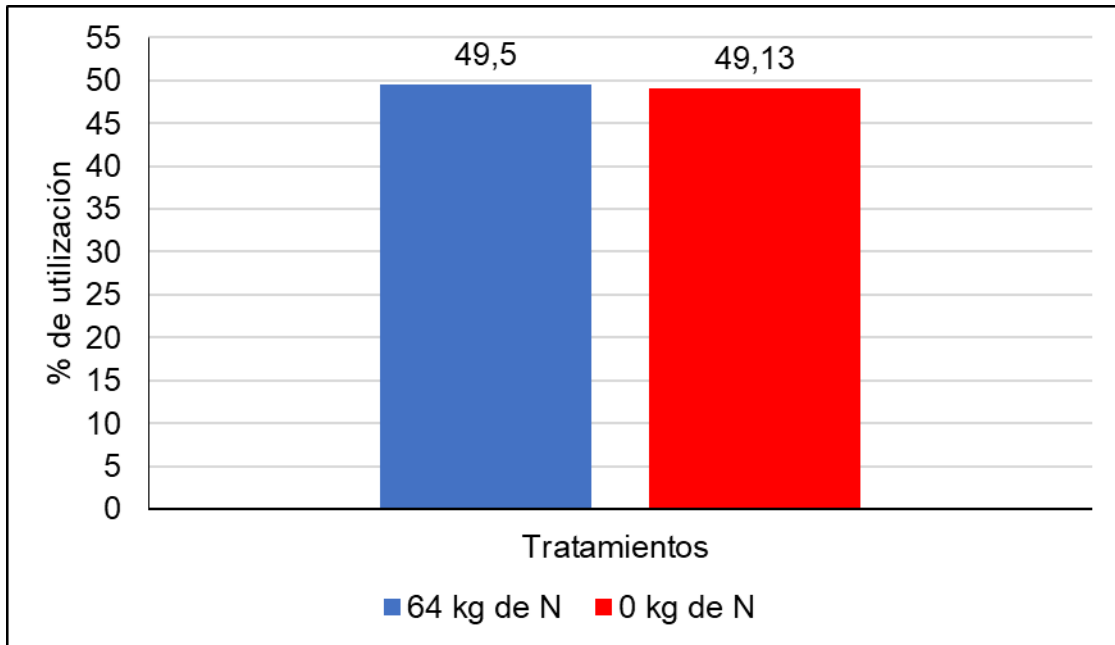


Figura No. 8. Porcentaje de utilización del forraje disponible promedio para cada tratamiento

4.2.5 Producción de materia seca

4.2.5.1 Tasa de crecimiento

En el siguiente gráfico se presenta la tasa de crecimiento promedio para todo el experimento sin discriminar tratamiento y la temperatura promedio para el primer y segundo pastoreo.

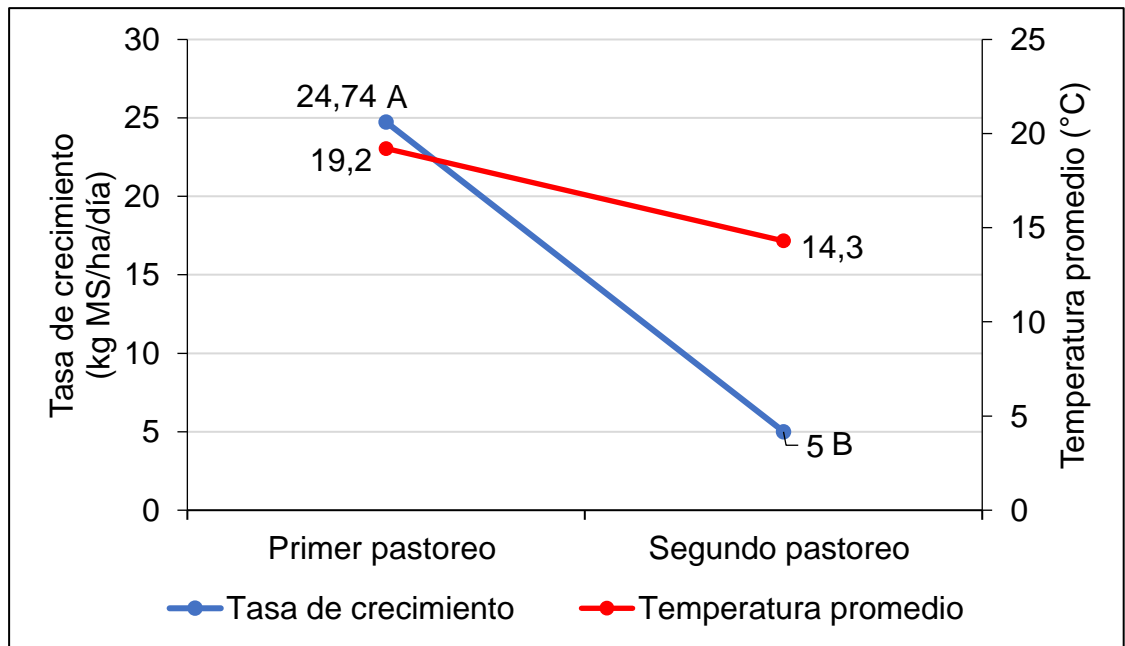


Figura No. 9. Tasa de crecimiento y temperatura promedio para cada pastoreo

La tasa de crecimiento no presentó diferencias significativas entre tratamientos (ver anexo No. 9). En cambio, para cada período de pastoreo si existieron. De la misma manera que expresan los trabajos llevados a cabo por Arenares et al. (2011), Souza y Presno (2013), López et al. (2013), a medida que aumenta la temperatura aumenta la tasa de crecimiento. Lo mismo ocurrió en el experimento, donde se observa que las menores temperaturas registradas en el segundo pastoreo generaron menores tasas de crecimiento.

Durante el primer pastoreo hay una alta contribución por parte de especies con metabolismo C4 que presentan una alta capacidad de crecimiento durante el periodo estivo-otoñal (ejemplo, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colona* y *Cenchrus pauciflorus*). Para el segundo pastoreo ocurre un recambio de especie que comienza en el otoño hasta el invierno, hacia componentes de la mezcla con metabolismo C3 las cuales presentan una menor tasa de crecimiento.

Sumado al recambio de especies, se debe tener en cuenta que aún no se realizó la fertilización nitrogenada, la cual promovería el crecimiento de las especies sembradas.

Además de esto, se debe considerar que posterior al primer pastoreo fue utilizada la rotativa. La tasa de crecimiento, se calcula a través de la

diferencia entre el disponible y el remanente anterior y considera el número de días entre una medida y otra. De esta manera, producto del corte de la pastura el disponible resultó ser menor de lo esperado, como consecuencia, la tasa de crecimiento calculada para este período es menor que la tasa de crecimiento real.

4.2.5.2 Producción de forraje

En el siguiente cuadro se presentan valores de producción de forraje expresado en kg MS/ha teniendo en cuenta el crecimiento de materia seca durante toda la duración del experimento.

Cuadro No. 8. Producción total de materia seca según tratamiento (kg MS/ha)

Tratamiento	Producción de MS (kg/ha)
1	1989 A
2	1680 A

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

Los resultados de producción de materia seca por hectárea entre los tratamientos durante el período analizado son estadísticamente similares.

Si se compara los resultados con antecedentes bibliográficos, se puede determinar que los valores obtenidos son inferiores a los reportados por García (1995), Leborgne (2014), quienes mencionan que una pradera de segundo año compuesta por festuca, trébol blanco y lotus produce en el período estivo-otoñal aproximadamente 3400 y 3700 kg MS/ha respectivamente.

La inferioridad de los valores obtenidos se puede explicar debido a la restricción hídrica ocurrida durante el período de estudio. Otra posible explicación de estos valores de producción es la baja participación de las especies sembradas (menor a 50 % del total de la composición botánica), cuyos motivos radican en una fecha de siembra inadecuada, lo cual no le permitió una correcta implantación, control mecánico con rotativa y el alto porcentaje de malezas que pudo haber afectado a las especies de interés mediante la competencia por los recursos.

4.2.5.3 Suelo descubierto

En el siguiente cuadro se observa el porcentaje promedio de suelo descubierto para el disponible y para el remanente, ya que puede resultar interesante analizar esta variable debido a su contribución a la pérdida de agua por evaporación y a la escorrentía superficial producida por las lluvias (Vega y

Torres, 2013). En ninguno de los casos se aprecian diferencias significativas entre tratamiento.

Cuadro No. 9. Porcentaje de suelo descubierto para el forraje disponible y remanente

Tratamiento	% Suelo descubierto disponible	% Suelo descubierto remanente
1	3,5 A	4,5 A
2	4,1 A	4,6 A

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

No se registraron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, se observa un leve incremento en porcentaje de suelo descubierto luego de realizado el pastoreo para ambos tratamientos. Esto se explica debido a que existe una remoción de materia seca por parte de los animales, entonces la pastura no logra cubrir el tapiz del suelo generando más espacios descubiertos con respecto al observado antes de pastorear.

Estos bajos valores de suelo descubiertos se explican por la presencia de especies con hábito de crecimiento rastro, con mayores acumulaciones de biomasa durante el período estival como es el caso de *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colona*.

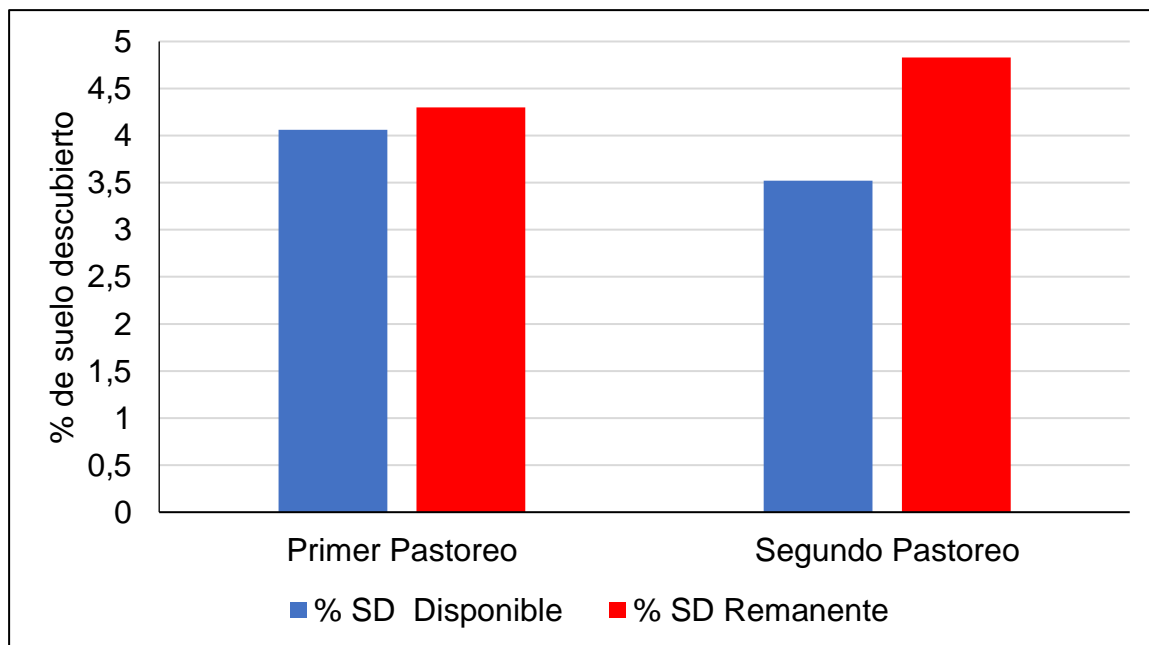


Figura No. 10. Evolución del % de suelo descubierto promedio en cada pastoreo tanto para el forraje disponible como para el remanente

En la figura anterior se presenta la evolución del % de suelo descubierto entre pastoreos, no se encontraron diferencias significativas entre un pastoreo y otro (ver anexo No. 6) pero si se puede observar que la tendencia de mayor suelo descubierto en el remanente se cumple para los dos pastoreos.

Estudios realizados por Souza y Presno (2013) demuestran que, un factor que afecta el % de suelo desnudo en una pastura de festuca, trébol blanco y lotus luego del pastoreo es la carga animal utilizada, donde a medida que aumenta esta última, el porcentaje de suelo desnudo también crece. En el caso del experimento se utilizó la misma dotación en ambos pastoreos y tratamientos, entonces suena lógico que no se hayan experimentado diferencias significativas.

Trabajos realizados por Agustoni et al. (2008), establecen como punto de referencia para pasturas mezcla de raigrás perenne, trébol blanco y lotus de segundo año que el porcentaje de suelo descubierto debe ser inferior a 10%, dado esto se aprecia que el experimento realizado cuenta con valores dentro del rango establecidos por dichos autores. Sin embargo, este bajo porcentaje de suelo descubierto puede haber retrasado el aporte a la composición botánica de las especies invernales, por la disminución de la calidad de la luz (R/RL) al estrato inferior, esto fue uno de los motivos que justifica el pasaje de la rotativa.

4.3 PRODUCCIÓN ANIMAL

En este apartado se presentan resultados del desempeño animal para cada tratamiento, expresando ganancia media diaria de peso vivo por animal (kg/animal/día) y la producción de carne por hectárea (kg PV/ha.) en el período estudiado.

En el cuadro No. 10 se presentan los pesos promedio por tratamiento de los animales al ingreso y final del período evaluado expresado en kg.

Cuadro No. 10. Peso promedio inicial y final del período de estudio y carga promedio por tratamiento

Tratamiento	Peso vivo inicio (kg)	Peso vivo final (kg)	Peso promedio (kg)
1	436	472	454
2	404	431	417

4.3.1 Ganancia de peso vivo por animal

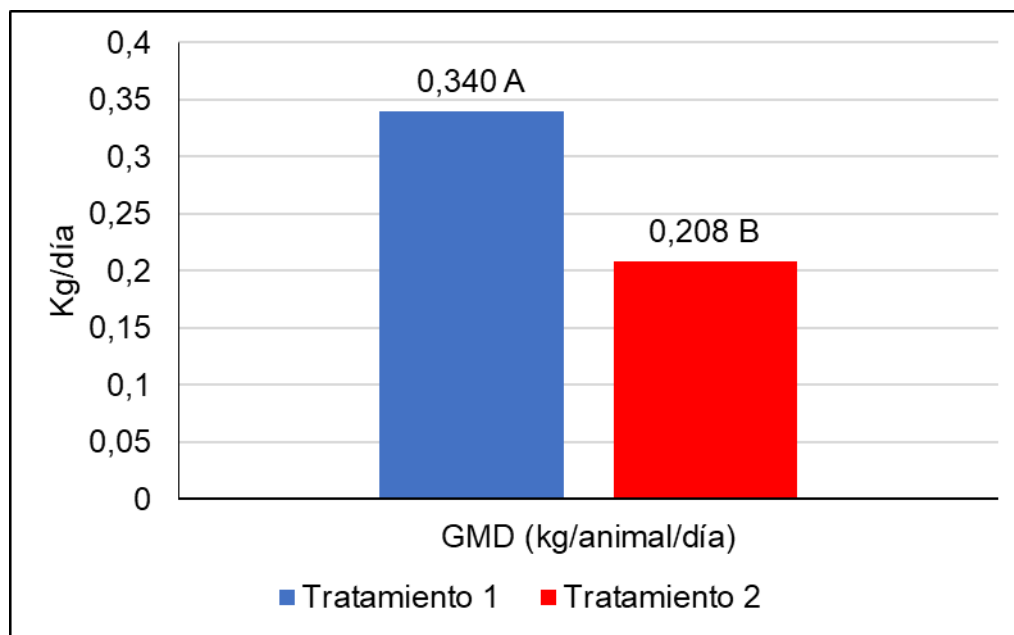


Figura No. 11. Ganancia media diaria por animal por día por tratamiento

En la figura se muestra la ganancia media diaria (GMD) para cada tratamiento obtenida en el período evaluado (febrero-junio). Se observan diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento 1 y 2, se puede

apreciar que el tratamiento con el agregado de 64 kg de N obtuvo una mayor GMD con respecto al tratamiento sin agregado.

Comparando los datos obtenidos en este experimento con los reportados por Capandeguy y Larriera (2013), se puede observar que se obtuvieron menores GMD que dichos autores. Estos trabajaron con ofertas de forraje de 2 kg MS/ 100 kg PV obtuvieron ganancias diarias promedio de 0,46 kg/animal/día. Cabe destacar que dichos autores trabajaron sobre una pradera de quinto año, compuesta por festuca, trébol blanco y lotus, durante el período estivo-otoñal. Por otra parte, si se compara con trabajos realizados por López et al. (2012), las GMD obtenidas en el experimento realizado son considerablemente menores ya que estos, con asignaciones de 7,9 y 13,3 % del PV obtuvieron ganancias de 0,93 y 0,85 kg/animal/día, respectivamente. Además, trabajos realizados por Arenares et al. (2011), notificaron ganancias de 1,2 kg/animal/día, para asignaciones de 6,8 % del PV, cabe señalar que estos últimos autores realizaron sus experimentos en el período invierno-primaveral, momento en el cual se da la mayor producción y calidad de estas mezclas por disponer una mayor participación de las especies sembradas.

Como se muestra en la figura No. 11 la GMD en el experimento realizado fue de 0,340 kg/animal/día para el tratamiento 1 y 0,208 kg/animal/día para el tratamiento 2, con asignaciones de forraje de 5,5 y 6,1 kg MS / 100 kg PV, respectivamente. Estas bajas ganancias, pero aceptables para la estación, se explican por la alta presencia de malezas y restos secos (ver cuadro No. 6) en la mezcla.¹ Esta alta presencia de malezas que compiten por los recursos con la mezcla forrajera sumado a la época del año (estivo-otoñal) donde se realizó el experimento genera una mayor lignificación de las especies presentes y degradación de la calidad, con esto se produce un mayor costo de cosecha a causa de la selección de forraje y disminución del consumo, que lleva a la reducción de la GMD.

El agregado de nitrógeno generó efecto sobre la ganancia diaria, lo cual era esperable debido a que el nitrógeno aumenta la calidad de la producción vegetal (Carámbula, 2002). La presencia de nitrógeno en la pastura, no solo aumenta el valor nutritivo, sino que también el consumo voluntario, ya que permite una mayor distensión del rumen (Minson y Milford, citados por Carámbula, 2019). A su vez, al presentar una mayor carga animal en el T1 la pastura permanece por un mayor período en estado vegetativo, con esto se mantiene el valor nutritivo de las especies sembradas.

¹ Zanoniani, R. 2020. Com. personal.

4.3.2 Producción de peso vivo por hectárea

A continuación, se presenta la producción total (kg PV/ha) para cada uno de los tratamientos, durante el período experimental.

Cuadro No. 11. Producción de carne por hectárea en kg/ha PV para cada tratamiento

Tratamiento	Peso vivo (kg/ha)
1	99,6
2	71,6

Estos datos no se pueden analizar a través del programa Infostat debido a que no se contó con las repeticiones necesarias ni el número de animales suficientes para procesarlos estadísticamente.

Así mismo, numéricamente el tratamiento 1 fue superior en cuanto a la producción de carne (kg/ha) con respecto al tratamiento 2. Esto se explica principalmente por la GMD obtenidas en cada tratamiento durante el período analizado.

Los resultados obtenidos (99,6 y 71,6 kg PV/ha) concuerdan con los presentados por Capandeguy y Larriera (2013), quienes reportan producciones de 78 kg PV/ha. Cabe aclarar que los autores utilizaron la misma mezcla, pero en su quinto año de vida y con asignaciones de 2 % del PV. Llama la atención que, si bien se obtuvieron las mismas producciones de carne por hectárea que dichos autores, el experimento realizado en teoría debería producir más kg/ha, ya que la pastura se encuentra en su segundo año de vida, y con esto la fracción leguminosa debería predominar presentando mayor producción de forraje y calidad con respecto al quinto año de la mezcla utilizada por los autores mencionados.

Entonces las iguales producciones de carne por hectárea son atribuibles a que en el experimento efectuado las condiciones climáticas y de composición botánica no fueron favorables (ver cuadro No. 6). A su vez, se debe tener en cuenta que la categoría de animales utilizados por Capandeguy y Larriera (2013), presentan pesos de 156 kg en promedio, mientras que los animales empleados en el trabajo pesan en promedio 420 kg, esto también estaría afectando la GMD y por consiguiente la producción de carne por hectárea, ya que a mayor peso los costos de mantenimiento y para ganancia de peso vivo son superiores.

Cabe destacar que en el trabajo que se hace mención, la duración fue menor, por lo que la producción por hectárea sería mayor si se considera una duración de 114 días como es el caso.

En tanto Bianchi et al. (2012), presentan para el período estivo-otoñal con novillos de 334 kg promedio valores de 178 kg/ha de PV para la misma mezcla, como se puede apreciar los valores obtenidos en el experimento no conciden con los reportados por estos autores.

Leborgne (2014) establece que, para novillos de 450 kg PV cuya ganancia media diaria es de 0,275 kg/animal/día el consumo de materia seca de una pastura cuya digestibilidad es de 50% (teniendo en cuenta las condiciones en que se encuentra la pastura del ensayo) es de 9,9 kg MS/día, valores cercanos a los obtenidos en el ensayo (12,3 kg MS/día).

Para poder obtener conclusiones más certeras, sería adecuado realizar un estudio estadístico para comprobar realmente si existen diferencias significativas en la producción de carne (kg PV/ha.) con el agregado de nitrógeno. A su vez sería necesario estudiar la rentabilidad económica para saber si el aumento en la producción de carne, justifica el costo de la fertilización nitrogenada.

5. CONCLUSIONES

Se constataron diferencias significativas en la altura de forraje, tasa de crecimiento, composición botánica, forraje disponible y forraje remanente entre cada período de pastoreo.

No se constataron diferencias estadísticamente significativas para la producción de forraje (kg MS / ha) y sus componentes. El efecto de las condiciones hídricas desfavorables fue superior al efecto del agregado de nitrógeno.

Existieron diferencias estadísticamente significativas para la ganancia media diaria. Esto se explica debido a que el nitrógeno aumenta la calidad de la producción vegetal y el consumo voluntario, además de esto el aumento en la carga animal hace que se prolongue el estado vegetativo de la pastura.

La producción de carne en kg PV/ha se diferenció numéricamente, a favor del tratamiento con agregado de N. Siendo estos valores de producción bajos, pero aceptables.

Dado el comportamiento de las malezas estivales, sería conveniente la incorporación de especies con metabolismo C4 y hábito de vida perenne, para aprovechar las condiciones ambientales y la residualidad del nitrógeno aplicado anteriormente.

5.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La fertilización nitrogenada del tratamiento 1 se llevó a cabo en el primer año de vida de la pastura, dado esto, se evaluó el efecto residual.

El experimento se llevó a cabo en condiciones climáticas adversas, ya que se constataron deficiencias hídricas para los meses de febrero, marzo y abril.

La baja implantación, el alto porcentaje de malezas y la utilización de control mecánico condicionaron la producción de la pastura.

Se reportó una correlación positiva y alta entra la altura del forraje y la cantidad de forraje en términos de kg MS/ha, lo cual es una herramienta útil para el manejo de la pastura.

6. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en el año 2019, en UdelaR. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”), Paysandú - Uruguay. Ubicado sobre la ruta nacional No. 3, km 363, presentando una duración total de 114 días. Se evaluó una pradera mezcla durante el período estivo-otoñal en su segundo año de vida, sembrada en el año 2018. La misma está compuesta por *Festuca arundinacea* (cv INIA Aurora), *Trifolium repens* (cv Estanzuela Zapicán) y *Lotus corniculatus* (cv INIA Rigel). El objetivo del experimento fue evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje, la evolución de la composición botánica y la evolución de la producción de carne. El diseño se basa en cuatro bloques completamente al azar subdivididos en cuatro parcelas similares, comprendiendo un total de 4,8 hectáreas aproximadamente. Las dosis de fertilización nitrogenada con que se trabajó corresponden a 0 y 64 kg de N por hectárea. La producción de carne se evaluó con 13 novillos de la raza Holando, de 420 kg PV promedio al comienzo del ensayo, bajo un régimen de pastoreo rotativo utilizando oferta fija para cada tratamiento (5,5 kg MS/ 100 kg PV para el tratamiento 1 y 6,1 kg MS/ 100 kg PV para el tratamiento 2) y como criterio para el cambio de franja se consideró una intensidad de 5 centímetros. Finalizado el trabajo, no se reportaron diferencias significativas entre tratamiento para la variable de producción de la pastura (altura de forraje, composición botánica, forraje desaparecido, tasa de crecimiento, porcentaje de utilización, producción de forraje disponible y remanente). En cuanto a las variables de producción animal se encontraron diferencias significativas entre tratamiento, siendo mayor la ganancia media diaria para el tratamiento con agregado de nitrógeno debido al aumento en la calidad de la dieta de los animales. En este trabajo no se pudo evaluar el efecto sobre la ganancia de peso vivo por hectárea porque no se contó con suficientes repeticiones para el análisis, sin embargo, si se constataron diferencias numéricas a favor del tratamiento con agregado de N.

Palabras clave: Producción de forraje; Composición botánica; Producción animal; Pastoreo; Fertilización nitrogenada; Novillos Holando.

7. SUMMARY

This study was carried out in 2019, at UdelaR. Faculty of Agronomy EEMAC (Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni"), Paysandú - Uruguay. Located on the national route number 3, km 363, presenting a total duration of 114 days. A mixed meadow was evaluated during the summer-autumn period in its second year of life, sown in 2018. It is composed of *Festuca arundinacea* (cv INIA Aurora), *Trifolium repens* (cv Estanzuela Zapicán) and *Lotus corniculatus* (cv INIA Rigel). The objective of the experiment was to evaluate the effect of nitrogen fertilization on forage production, the evolution of botanical composition and the evolution of meat production. The design is based on four completely random blocks subdivided into four similar plots, covering a total surface of approximately 4.8 hectares. The doses of nitrogen fertilization used correspond to 0 and 64 kg of N per hectare. Meat production was evaluated with 13 steers of the Holando breed, with an average of 420 kg PV at the beginning of the study, under a rotational grazing regime using a fixed offer for each treatment (5.5 kg MS / 100 kg PV for treatment 1 and 6.1 kg MS/ 100 kg PV for treatment 2) and an intensity of 5 centimeters was considered as a criterion for the band change. After the work, no significant differences were reported between the treatments for the pasture production variable (forage height, botanical composition, disappeared forage, growth rate, percentage of use, production of available forage and remnant). Regarding the animal production variables, significant differences were found between treatments, the mean daily gain being higher for the treatment with added nitrogen due to the increase in the quality of the animals' diet. In this study, the effect on live weight gain per hectare could not be evaluated because there were not enough repetitions for the analysis, however, numerical differences were found in favor of the treatment with added N.

Keywords: Forage production; Botanical composition; Animal production; Grazing; Nitrogen fertilization; Holando steers.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agustoni, F.; Bussi, C.; Shimabukuro, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.
2. Almada, F.; Palacios, M.; Villalba, S.; 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.
3. 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.
4. Arenares, G.; Quintana, C.; Rivero, J. 2011. Efecto del tipo de mezcla forrajera sobre la productividad del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 88 p.
5. Avendaño, J. C.; Borel, R.; Cubillos, G. 1986. Período de descanso y asignación de forraje en la estructura y utilización de varias especies de una pradera naturalizada. Turrialba. 36 (2):137-148.
6. Ayala, W.; Carámbula, M. 1994. Respuesta a la fertilización nitrogenada de tres gramíneas sembradas en cobertura. In: Seminario de Actualización Técnica (1º., 1994, La Estanzuela, Colonia). 110 Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 43-48 (Serie Técnica no. 51).
7. _____.; Bemhaja, M.; Cotro, B.; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C.; Silva, J. 2010. Catálogo de cultivares: forrajeras. Montevideo, INIA. 131 p. (Otros documentos no. 38).
8. Barthram, G. T. 1986. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Alcock, M. M. ed. Hill Farming Research Organisation Biennial Report 1984-1985. Edinburgh, HFRO. pp. 29-30.

9. _____; Bolton, G.; Elston, A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. *Agronomie*. 19 (6):445-456.
10. 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).
11. Blaser, R. E.; Hammes, R. C.; Bryant, H. T.; Nardson, W. A.; Fontenet, J. P.; Engel, R. W. 1960. The effect of selective grazing on animal output. In: *International Grassland Congress (8th, 1960, Reading)*. Proceedings. Reading, University of Reading. pp. 601-606.
12. Bordaberry, J.; Invernizzi, F.; Rodríguez, J.; Shaw, S. 2016. Producción primaria y producción de carne con distintas cargas de una pradera de quinto año compuesta por festuca, trébol blanco y *Lotus corniculatus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 101 p.
13. Bottaro, C.; Zabala, F. 1973. Efecto de la fertilización mineral NPK en la producción de forraje de algunas pasturas naturales de Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 170 p.
14. Brancato, 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. 84 p.
15. Brougham, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7 (5):377-387.
16. Brown, D. 1954. *Methods of Surveying and Measuring Vegetation*. Farnham, Bucks, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. pp. 42-79 (Bulletin no. 42).
17. 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.

18. Campbell, B. D.; Mitchell, N. D.; Field, T. R. O. 1999. Climate profiles of temperate C3 and subtropical C4 species in New Zealand pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 42 (3):223-233.
19. Cangiano, C. 1996a. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. 1996. *Producción animal en pastoreo*. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
20. _____.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. 1996b. *Producción animal en pastoreo*. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
21. _____. 1997. *Producción animal en pastoreo*. Buenos Aires, INTA. 2 p.
22. Capandeguy, J.; Larriera, M. 2013. *Producción estivo-otoñal de dos mezclas forrajeras*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 75 p.
23. Carámbula, M. s.f. *Producción y manejo de pasturas sembradas*. Montevideo, Hemisferio Sur. 84 p.
24. _____. 1977. *Producción y manejo de pasturas sembradas*. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
25. _____. 1991. *Aspectos relevantes para la producción forrajera*. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
26. _____.; Terra, J. A. 2000. *Las sequías: antes, durante y después*. Montevideo, INIA. 133 p. (Boletín de Divulgación no. 74).
27. _____. 2002. *Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje*. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
28. _____. 2004. *Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas*. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
29. _____. 2007a. *Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje*. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 186 p.

30. _____. 2007b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 2, 357 p.
31. _____. 2010. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo. Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
32. _____. 2013. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 2, 371 p.
33. _____. 2019. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 400 p.
34. Chacon, E. A.; Stobbs, T. H.; Dale, M. B. 1978. Influence of sward characteristics on grazing behavior and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*. 29 (1):89-102.
35. 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.
36. Chilibroste, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: predicción del consumo. *In*: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26^{as}., 1998, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
37. _____.; Soca, P.; De Armas, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. *Cangüé*. no. 27:15-17.
38. Córdoba, S.; Pigurina, J.; Stirling, G.; Urioste, F. 2017. Efecto del nitrógeno sobre la producción de verdeos invernales puros y mezclas con leguminosas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 44 p.
39. Cullen, B. R.; Chapman, D. F.; Quigley, P. E. 2006. Comparative defoliation tolerance of temperate perennial grasses. *Grass and Forage Science*. 61 (4):405-412.
40. Dalley, D. E.; Roche, J. R.; Grainger, C.; Moate, P. J. 1999. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing

101 rainfed perennial pasture at different herbage allowances in spring. Australian Journal of Experimental Agriculture. 39 (8):923-931.

41. Díaz Lago, J. E.; García, J. A.; Rebuffo, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 12 p. (Serie Técnica no. 71).
42. Díaz, M. 1997. Verdeos de invierno. In: Melgar, R.; Díaz, M. eds. La fertilización de cultivos y pasturas. Buenos Aires, Hemisferio Sur. pp. 175-182.
43. Donaghy, D. J.; Fulkerson, W. J. 1998. Priority for allocation of watersoluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. Grass and Forage Science. 53 (3):211-218.
44. Dougherty, C. T.; Lauriault, L. M.; Cornelius, P. L.; Bradley, N. W. 1989. Herbage allowance and intake of cattle. Journal of Agricultural Science. 112:395-401.
45. Escuder, C. 1996. Manejo de la defoliación. Efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
46. Esquivel, C. 1963. Algunos factores que afectan la nodulación y crecimiento de las leguminosas en los trópicos. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, OEA. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 38 p.
47. Euclides, V. P. B.; Macedo, M. C. M.; Oliveira, M. P. 1995. Avaliação de ecotipos de *Panicum maximum* sob pastejo em pequenas parcelas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (32^a., 1995, Brasilia). Trabalhos apresentados. Brasilia, Sociedade Brasileira de Zootecnia. pp. 97-99.
48. Fernández, E. 1999. Impacto económico de prácticas de manejo en invernada intensiva. Revista Plan Agropecuario. no. 85:6-9.
49. Fernández, G. 1996. Dinámica del enmalezamiento en siembra directa. In: Curso de Actualización Técnica en Manejo de Malezas (2^o., 1996, Colonia). Textos. Montevideo, INIA. s.p.

50. Ferri, C. M.; Stritzler, N. P.; Pagella, J. H. 2000. Fertilización nitrogenada en verdeos invernales; composición química, consumo voluntario, digestibilidad in vivo y degradabilidad ruminal. In: Reunión Latinoamericana de Producción Animal (16º., 2000, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. s.p.
51. Foglino, F.; Fernández, J. 2009. Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, trébol blanco, *Lotus corniculatus* y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 78 p.
52. Forbes, T. D. A. 1988. Researching the plant–animal interface: the investigate of ingestive behaviour in grazing animals. *Journal of Animal Science*. 66 (9):2269-2279.
53. Formoso, F. 1993. *Lotus corniculatus* I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).
54. _____. 1994. Efectos de dosis y momentos de aplicación de nitrógeno sobre la aplicación de semillas de festuca Tacuabé, falaris Urunday, dactylis Oberón. In: Seminario de Actualización Técnica (1º., 1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 19-25 (Serie Técnica no. 51).
55. _____. 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, INIA. Pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
56. _____. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
57. _____. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
58. _____.; Martínez, M. 2012. Control de malezas de campo sucio. *Revista Plan Agropecuario*. no. 141:48-50.

59. Frame, J. 1996. Forage legumes for temperate grasslands. Plymouth, FAO/Science Publishers. 309 p.
60. Fulkerson, W. J.; Slack, K. 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*: 2. Effect of defoliation frequency and height. Grass and Forage Science. 50 (1):16-20.
61. García, J. 1995. Variedades de trébol blanco. Montevideo, INIA. 15 p. (Serie Técnica no. 70).
62. _____. 1996. Producción de forraje de pasturas cultivadas en la región litoral Sur. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 163-165 (Serie Técnica no. 80).
63. García, L.; 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.
64. García, M. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).
65. Garduño, S.; Pérez, J.; Hernández, A.; Herrera, J. G.; Martínez, P. A.; Joaquín Torres, B. M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. Técnica Pecuaria en México. 47 (2):189-202.
66. Gastal, F.; Lemaire, G.; Lestienne, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization. In: Simposio em Ecofisiologia das Pastagens e Ecologia do Pastejo (2º., 2004, Curitiba). Trabalhos apresentados. s.n.t. 1 disco compacto.
67. 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.
68. Guerrero, J. 1984. Prediction of animal performance on bermudagrass pasture from available forage. Agronomy Journal. 76:577-580.

69. Hall, M.; Vough, L. 2007. Forage establishment and renovation. In: Barnes, R.; Neslon, C.; Moor, K.; Collins, M. eds. Forages: the science of grassland agriculture. Ames, Iowa, Blackwell. v.2, pp. 343-354.
70. Harris, W.; Lazenby, A. 1974. Competitive interaction of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. Australian Journal of Agricultural Research. 25 (2):227-246.
71. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15:663-670.
72. Heitschmidt, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. Journal of Range Management. 40:216-223.
73. Hidalgo, E.; Gilliland, T.; Hennessy, D. 2016. Herbage and nitrogen yields, fixation and transfer by white clover to companion grasses in grazed swards under different rates of nitrogen fertilization. Grass Forage Science 71:559-574.
74. 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.
75. _____. 1990. Grazing management: science into practice. New York, Longman. 203 p.
76. INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). 2013. Catálogo. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado mar. 2020. Disponible en http://www.cultivares.uy/resultados.html?cultivo=forrajeras_by
77. _____.; INIA (Instituto Nacional de Semillas, UY; Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2015. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras. La Estanzuela, Colonia. 102 p.
78. _____.; _____. 2019. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras. La Estanzuela, Colonia. 73 p.

79. INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología, UY). s.f. Gráficas estadísticas pluviométricas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado set. 2020. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/graficas-estadisticas-pluviometricas>
80. Irigoyen, A. 2009. Presupuestación forrajera-parte 1. Revista Plan Agropecuario. no. 132:48-53.
81. 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.
82. Johns, G. G. 1974. A soil water use relationship for incorporation in model simulation of dryland herbage production. In: International Grassland Congress (12th., 1974, Moscow). Proceedings. s.n.t. cap. 2, pp. 659-666.
83. Kemp, D. R.; Dowling, P. M. 2000. Towards sustainable temperate perennial pastures. Australian Journal of Experimental Agriculture. 40 (2):125–132.
84. Langer, R. H. M. 1981. Crecimiento de gramíneas y tréboles. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas, Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 47-75.
85. Larrambebere, F.; Durán, H.; Elizondo, H. 1990. Festucosis: un problema a tener en cuenta. Revista Plan Agropecuario. no. 52:s.p.
86. Leborgne, R. 2014. Antecedentes técnicos y metodologías para presupuestación en establecimientos lecheros. 2^a. ed. Montevideo, Hemisferio Sur. 53 p.
87. Lemaire, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing; tissue turnover. In: International Symposium on Animal Production under Grazing (1st., 1997, Visçosa). Proceedings. Visçosa, Universidad Federal de Visçosa. pp. 117-144.
88. López, G.; Pastorini, J.; Vazquez, F. 2012. Efecto de la fecha de siembra y mezcla forrajera sobre la producción invierno-primaveral para praderas de primer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 91 p.

89. López, L.; Zerbino, J.; Álvarez, M. 2013. Evaluación de dos mezclas forrajeras de segundo año en la producción de forraje y carne en el período invierno-primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 114 p.
90. Lucas, H. L. 1963. Determination of forage yield and quality from animal responses. *Miscelánea USDA*. no. 940:43-54.
91. Mazzanti, A.; Wade, M. H.; García, M. C. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada de invierno sobre el crecimiento y la composición química del forraje de raigrás anual. *Revista Argentina de Producción Animal*. 17(1):25-33.
92. Minson, D. J.; Milford, R. 1967. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature Pangola grass (*Digitaria decumbens*). *Australian Journal of Experimental Agricultural Animal Husbandry*. 7:546-551.
93. Molinelli, P.; Odella, F.; Verrastro, M. 2014. Efecto de la mezcla forrajera y fecha de siembra en la producción de forraje, composición botánica y respuesta animal durante su segundo verano y tercer otoño de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 27 p.
94. Moliterno, E. A. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento de mezclas forrajeras en su primer año. *Agrociencia (Uruguay)*. 1 (1):40-52.
95. Montossi, F.; Risso, D.; Pigurina, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. *Producción y manejo de pasturas*. Montevideo, INIA. pp. 93-106 (Serie Técnica no. 80).
96. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and measurements of pasture production. In: *International Grassland Congress (8th, 1960, Oxford)*. Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606-611.
97. Muslera, E.; Ratera, C. 1984. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento. Madrid, Mundi-Prensa. 702 p.

98. Nabinger, C. 1996. Eficiencia do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: Simposio sobre Manejo da Pastagem (14º., 1997, Piracicaba). Fundamentos do pastejo rotacionado. Piracicaba, Brasil, ESALQ. pp. 213-251.
99. Olmos, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco. Montevideo, INIA. 245 p. (Serie Técnica no. 145).
100. Parsons, 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.
101. Pearce, R. B.; Browing, R. H.; Blaser, R. E. 1965. Relationships between leaf area index, light interception and net photosynthesis in orchardgrass. *Crop Science*. 5:553-556.
102. Perdomo, C.; Barbazán, M. s.f. Nitrógeno. Montevideo, Facultad de Agronomía. 68 p.
103. Pereira, M. 2007. ¿Qué lotus sembrar? *Revista Plan Agropecuario*. no. 122:37.
104. Perrachón, J. 2009. Manejo del pasto. *Revista Plan Agropecuario*. no. 130:42-45.
105. Pezzani, F. 2009. Módulo de pasturas: selección de lecturas y prácticos. Montevideo, Facultad de Agronomía. 55 p.
106. Pírez González, L. V. 2012. Evaluación de la fertilización nitrogenada del campo natural para *Stipa setigera* Presi y *Bromus auleticus* Trinius bajo pastoreo vacuno en el período invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 138 p.
107. Pristch, O. M. 1976. Evaluación del potencial productivo de semillas de trébol blanco en el área de la Estanzuela. *Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay*. 7:24-28.
108. Quinodoz, E. 2012. Utilización de pasturas: desmitificando la eficiencia de cosecha. Buenos Aires, s.e. 5 p.

109. Raymond, W. F. 1964. The efficient use of grass. The Proceedings of the Nutrition Society. 23:54-62.
110. Rebuffo, M. 1994. Fertilización nitrogenada en pasturas mezcla. In: Seminario de Actualización Técnica (1°. 1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 27-32 (Serie Técnica no. 51).
111. René, V.; Undurraga, D. 2006. Fertilización de praderas permanentes para la producción de leche. (en línea). Remehue, Chile, INIA. s.p. Consultado dic. 2020. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33835.pdf>
112. Ríos, A; Giménez, A. 1992. Ecofisiología de malezas. Revista INIA Investigaciones Agronómicas 1(2):157-166.
113. Rovira, J. 2008. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 287 p.
114. Ruiz, F.; Karlovsky, J.; Ratera, C. 2011. Fertilización nitrogenada en praderas. (en línea). Santander, SEP. pp. 31-41. Consultado ago. 2020. Disponible en <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1400/1407>
115. Saldanha, S. 2009. Efecto de la intensidad de pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv horizon. Tesis MSc. en Ciencias Agrarias. Paysandú, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 97 p.
116. _____.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2010. Intensidad del pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv Horizon. Agrociencia (Uruguay). 14 (1):44-54.
117. 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.
118. _____.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. 2:16-21.

119. Scheneiter, J. O.; Bertín, O. D. 2005. Fertilización en pasturas mixtas. (en línea). In: Jornada a Campo: avances en Producción y Manejo de Pasturas (2005, Pergamino). Trabajos presentados. Pergamino, INTA. pp. 42-46. Consultado nov. 2020. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/11-fertilizacion_pasturas_mixtas.pdf
120. Simeone, A.; Beretta, V. 2008. Producción de carne a pasto. (en línea). In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10^a., 2008, Paysandú, UY). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. UPIC. pp. 20-23. Consultado nov. 2020. Disponible en <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2008.pdf>
121. 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.
122. Soca, P.; Chilibroste, P. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años: aportes desde la EEMC. Cangüé. no. 30:36-44.
123. 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. 110 p.
124. Thornthwaite, C. W.; Mather, J. R. 1955. The water balance. New Jersey, Drexel Institute of Technology. 104 p. (Publications in Climatology).
125. UdelaR. Fagro. EEMAC (Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Estación Experimental Mario A. Cassinoni, UY). s.f. Resumen climatológico anual. (en línea). Paysandú. s.p. Consultado set. 2020. Disponible en <https://ingbio.paap.cup.edu.uy/~estmet/NOAAPRYR.TXT>
126. Vargas, R. 2010. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre el rendimiento, composición botánica y calidad nutritiva de una pradera mixta *Lolium perenne* L. - *Trifolium repens* L. Tesis

Lic. en Agr. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias. 110 p.

127. Vega, E.; Torres, D. 2013. Manejo y conservación de pasturas naturales y cultivos temporales. (en línea). Lima, Minsur. 81 p. Consultado oct. 2020. Disponible en <http://www.descosur.org.pe/wp-content/uploads/2014/12/Manual008.pdf>
128. Velasco, M. E.; Hernández, A.; González, V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. Técnica Pecuaria en México. 43 (2):247-258.
129. Villareal, J.; Hernández, A.; Martínez, P.; Guerrero, J.; Velasco, M. 2014. Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovido (*Dactylis glomerata* L.) al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. Revista México Ciencia. 5 (2):231-245.
130. Wales, W. J.; Doyle, P. T.; Dellow, D. W. 1998. Dry matter intake, nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at 98 different pasture allowances in summer and autumn. Australian Journal of Experimental Agriculture. 38 (5):451-460.
131. Waldo, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interaction. Journal of Dairy Science. 69 (2):617-631.
132. Zanoniani, R.; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25:5-11.
133. _____.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M.; Silveira, D. 2006. Producción otoño-invernal del segundo año de raigrás según intensidad de pastoreo. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos (21ª., 2006, Pelotas). Trabalhos apresentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
134. _____. 2009. Efecto de la producción de forraje y la fertilización nitrogenada sobre la productividad otoño invernal de un campo natural del litoral. Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Paysandú, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.

9. ANEXOS

Anexo No. 1. Cantidad y altura de forraje disponible y remanente

Cantidad de forraje disponible (kg MS/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISP. Kg./HA	32	0,73	0,66	17,88

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo .	7029722,40	6	1171620,40	11,12	<0,0001
Bloque	1188397,10	3	396132,37	3,76	0,0235
PASTOREO	5841020,21	1	5841020,21	55,42	<0,0001
Nitrógeno	303,81	1	303,81	2,9E-03	0,9576
PASTOREO*nitrógeno	1,28	1	1,28	1,2E-05	0,9972
Error	2634887,24	25	105395,49		
Total	9664609,64	31			

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=392,05188

Error: 105395,4897 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
--------	--------	---	------

BLOQUE 3	2055,05	8	114,78	A
----------	---------	---	--------	---

BLOQUE 1	1875,90	8	114,78	AB
----------	---------	---	--------	----

BLOQUE 4	1811,99	8	114,78	AB
----------	---------	---	--------	----

BLOQUE 2	1519,69	8	114,78	B
----------	---------	---	--------	---

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=196,06029

Error: 105395,4897 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
----------	--------	---	------

1,00	2242,89	16	81,16	A
------	---------	----	-------	---

2,00	1388,42	16	81,16	B
------	---------	----	-------	---

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=196,06029

Error: 105395,4897 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
0,00	1818,74	16	81,16 A
64,00	1812,58	16	81,16 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=392,05188

Error: 105395,4897 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
1,00	0,00	2245,78	8	114,78 A
1,00	64,00	2240,01	8	114,78 A
2,00	0,00	1391,70	8	114,78 B
2,00	64,00	1385,14	8	114,78 B

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

Cantidad de forraje remanente (kg MS/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM. Kg./HA	32	0,67	0,59	25,45

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2666980,22	6	444496,70	8,39	<0,0001
Bloque	223588,38	3	74529,46	1,41	0,2639
PASTOREO	2373366,85	1	2373366,85	44,82	<0,0001
Nitrógeno	59512,50	1	59512,50	1,12	0,2992
PASTOREO*nitrógeno	10512,50	1	10512,50	0,20	0,6598
Error	1323840,39	25	52953,62		
Total	3990820,62	31			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=277,89475

Error: 52953,6157 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 1	1020,60	8	81,36 A
BLOQUE 3	941,29	8	81,36 A
BLOQUE 4	853,11	8	81,36 A
BLOQUE 2	802,15	8	81,36 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=138,97172

Error: 52953,6157 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
1,00	1176,63	16	57,53 A
2,00	631,95	16	57,53 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=138,97172

Error: 52953,6157 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
0,00	947,41	16	57,53 A
64,00	861,16	16	57,53 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=277,89475

Error: 52953,6157 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
1,00	0,00	1201,63	8	81,36 A
1,00	64,00	1151,63	8	81,36 A
2,00	0,00	693,20	8	81,36 B
2,00	64,00	570,70	8	81,36 B

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

Altura de forraje disponible (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT. DISP.	32	0,79	0,73	15,81

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	728,50	6	121,42	15,23	<0,0001
Bloque	41,68	3	13,89	1,74	0,1840
PASTOREO	683,58	1	683,58	85,74	<0,0001
Nitrógeno	1,76	1	1,76	0,22	0,6428
PASTOREO*nitrógeno	1,49	1	1,49	0,19	0,6695
Error	199,33	25	7,97		
Total	927,83	31			

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=3,40994

Error: 7,9731 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 1	19,20	8	1,00 A
BLOQUE 2	18,20	8	1,00 A
BLOQUE 4	18,01	8	1,00 A
BLOQUE 3	16,05	8	1,00 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=1,70527

Error: 7,9731 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
1,00	22,49	16	0,71 A
2,00	13,24	16	0,71 B

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=1,70527

Error: 7,9731 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	18,10	16	0,71 A
0,00	17,63	16	0,71 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=3,40994

Error: 7,9731 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
1,00	64,00	22,94	8	1,00 A
1,00	0,00	22,04	8	1,00 A
2,00	64,00	13,26	8	1,00 B
2,00	0,00	13,23	8	1,00 B

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

Altura de forraje remanente (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT. REM.	32	0,81	0,76	21,77

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	567,84	6	94,64	17,81	<0,0001
Bloque	256,39	3	85,46	16,08	<0,0001
PASTOREO	310,01	1	310,01	58,34	<0,0001
Nitrógeno	5,0E-03	1	5,0E-03	9,4E-04	0,9758
PASTOREO*nitrógeno	1,44	1	1,44	0,27	0,6066
Error	132,85	25	5,31		
Total	700,70	31			

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=2,78386

Error: 5,3141 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 4	13,04	8	0,82 A
BLOQUE 1	12,20	8	0,82 A
BLOQUE 2	11,31	8	0,82 A
BLOQUE 3	5,80	8	0,82 B

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=1,39217

Error: 5,3141 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
1,00	13,70	16	0,58 A
2,00	7,48	16	0,58 B

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=1,39217

Error: 5,3141 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	10,60	16	0,58 A
0,00	10,58	16	0,58 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=2,78386

Error: 5,3141 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
1,00	64,00	13,93	8	0,82 A
1,00	0,00	13,48	8	0,82 A
2,00	0,00	7,68	8	0,82 B
2,00	64,00	7,28	8	0,82 B

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

Anexo No. 2. Composición Botánica

Festuca %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FESTUCA %	32	0,53	0,41	48,63

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	624,34	6	104,06	4,66	0,0026
Bloque	267,47	3	89,16	3,99	0,0188
PASTOREO	306,16	1	306,16	13,71	0,0011
Nitrógeno	49,95	1	49,95	2,24	0,1472
PASTOREO*nitrógeno	0,76	1	0,76	0,03	0,8549
Error	558,13	25	22,33		
Total	1182,47	31			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=5,70598

Error: 22,3252 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 2	14,16	8	1,67 A
BLOQUE 3	10,41	8	1,67 A B
BLOQUE 1	7,32	8	1,67 B
BLOQUE 4	6,98	8	1,67 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=2,85349

Error: 22,3252 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
2,00	12,81	16	1,18 A
1,00	6,62	16	1,18 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=2,85349

Error: 22,3252 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
0,00	10,97	16	1,18 A
64,00	8,47	16	1,18 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=5,70598

Error: 22,3252 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
2,00	0,00	13,90	8	1,67 A
2,00	64,00	11,71	8	1,67 AB
1,00	0,00	8,03	8	1,67 BC
1,00	64,00	5,22	8	1,67 C

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

Lotus %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LOTUS %	32	0,43	0,30	61,53

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	783,39	6	130,56	3,17	0,0188
Bloque	771,55	3	257,18	6,25	0,0026
PASTOREO	8,28	1	8,28	0,20	0,6578
Nitrógeno	1,13	1	1,13	0,03	0,8699
PASTOREO*nitrógeno	2,43	1	2,43	0,06	0,8099
Error	1029,44	25	41,18		
Total	1812,82	31			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=7,74929

Error: 41,1774 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 1	17,25	8	2,27 A
BLOQUE 3	12,73	8	2,27 AB
BLOQUE 2	7,11	8	2,27 BC
BLOQUE 4	4,63	8	2,27 C

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=3,87532

Error: 41,1774 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
2,00	10,94	16	1,60 A
1,00	9,92	16	1,60 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=3,87532

Error: 41,1774 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	10,62	16	1,60 A
0,00	10,24	16	1,60 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=7,74929

Error: 41,1774 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
2,00	0,00	11,03	8	2,27 A
2,00	64,00	10,85	8	2,27 A
1,00	64,00	10,38	8	2,27 A
1,00	0,00	9,46	8	2,27 A

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

Trébol blanco %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TRÉBOL B. %	32	0,32	0,16	66,31

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4513,57	6	752,26	2,00	0,1040
Bloque	3623,05	3	1207,68	3,21	0,0403
PASTOREO	675,97	1	675,97	1,80	0,1924
Nitrógeno	203,49	1	203,49	0,54	0,4691
PASTOREO*nitrógeno	11,06	1	11,06	0,03	0,8653
Error	9414,22	25	376,57		
Total	13927,79	31			

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=23,43445

Error: 376,5689 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 3	45,42	8	6,86 A
BLOQUE 4	31,56	8	6,86 AB
BLOQUE 1	22,88	8	6,86 AB
BLOQUE 2	17,19	8	6,86 B

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=11,71928

Error: 376,5689 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
2,00	33,86	16	4,85 A
1,00	24,67	16	4,85 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=11,71928

Error: 376,5689 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
0,00	31,79	16	4,85 A
64,00	26,74	16	4,85 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=23,43445

Error: 376,5689 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
2,00	0,00	35,79	8	6,86 A
2,00	64,00	31,93	8	6,86 A
1,00	0,00	27,78	8	6,86 A
1,00	64,00	21,56	8	6,86 A

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

Malezas %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MALEZAS %	32	0,44	0,31	50,48

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6743,00	6	1123,83	3,32	0,0152
Bloque	2683,45	3	894,48	2,65	0,0711
PASTOREO	3813,16	1	3813,16	11,28	0,0025
Nitrógeno	245,95	1	245,95	0,73	0,4019
PASTOREO*nitrógeno	0,45	1	0,45	1,3E-03	0,9713
Error	8454,20	25	338,17		
Total	15197,20	31			

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=22,20746

Error: 338,1682 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 4	48,98	8	6,50 A
BLOQUE 2	39,13	8	6,50 AB
BLOQUE 1	34,01	8	6,50 AB
BLOQUE 3	23,59	8	6,50 B

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=11,10568

Error: 338,1682 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
1,00	47,34	16	4,60 A
2,00	25,51	16	4,60 B

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=11,10568

Error: 338,1682 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	39,20	16	4,60 A
0,00	33,65	16	4,60 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=22,20746

Error: 338,1682 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
1,00	64,00	50,23	8	6,50 A
1,00	0,00	44,45	8	6,50 A B
2,00	64,00	28,17	8	6,50 A B
2,00	0,00	22,86	8	6,50 B

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

Resto seco

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R. SECOS	32	0,56	0,45	50,91

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1671,72	6	278,62	5,31	0,0012
Bloque	1401,02	3	467,01	8,90	0,0003
PASTOREO	247,39	1	247,39	4,72	0,0396
Nitrógeno	17,92	1	17,92	0,34	0,5642
PASTOREO*nitrógeno	5,38	1	5,38	0,10	0,7514
Error	1311,50	25	52,46		
Total	2983,22	31			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=8,74675

Error: 52,4600 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 2	22,80	8	2,56 A
BLOQUE 1	18,54	8	2,56 A
BLOQUE 4	7,98	8	2,56 B
BLOQUE 3	7,59	8	2,56 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=4,37414

Error: 52,4600 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
2,00	17,01	16	1,81 A
1,00	11,45	16	1,81 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=4,37414

Error: 52,4600 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	14,98	16	1,81 A
0,00	13,48	16	1,81 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=8,74675

Error: 52,4600 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
2,00	64,00	17,35	8	2,56 A
2,00	0,00	16,67	8	2,56 A
1,00	64,00	12,61	8	2,56 A
1,00	0,00	10,29	8	2,56 A

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

Suelo descubierto

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S.D.	32	0,29	0,12	61,50

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54,09	6	9,01	1,68	0,1670
Bloque	39,41	3	13,14	2,45	0,0870
PASTOREO	2,66	1	2,66	0,50	0,4875
Nitrógeno	3,80	1	3,80	0,71	0,4081
PASTOREO*nitrógeno	8,22	1	8,22	1,53	0,2270
Error	134,00	25	5,36		
Total	188,08	31			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=2,79581

Error: 5,3598 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 2	5,16	8	0,82 A
BLOQUE 1	4,54	8	0,82 A
BLOQUE 4	2,80	8	0,82 A
BLOQUE 3	2,56	8	0,82 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=1,39815

Error: 5,3598 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
1,00	4,05	16	0,58 A
2,00	3,48	16	0,58 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=1,39815

Error: 5,3598 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
0,00	4,11	16	0,58 A
64,00	3,42	16	0,58 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=2,79581

Error: 5,3598 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
2,00	0,00	4,33	8	0,82 A
1,00	64,00	4,22	8	0,82 A
1,00	0,00	3,89	8	0,82 A
2,00	64,00	2,63	8	0,82 A

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

Anexo No. 3. Cantidad de forraje desaparecido y porcentaje de utilización

Forraje desaparecido (kg MS/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DES. Kg./HA	32	0,40	0,26	32,75

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1500397,54	6	250066,26	2,81	0,0315
Bloque	671133,63	3	223711,21	2,51	0,0817
PASTOREO	767684,41	1	767684,41	8,62	0,0071
Nitrógeno	51312,06	1	51312,06	0,58	0,4550
PASTOREO*nitrógeno	10267,44	1	10267,44	0,12	0,7371
Error	2227673,56	25	89106,94		
Total	3728071,10	31			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=360,48591

Error: 89106,9422 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 3	1113,66	8	105,54 A
BLOQUE 4	958,88	8	105,54 A B
BLOQUE 1	855,36	8	105,54 A B
BLOQUE 2	717,53	8	105,54 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=180,27454

Error: 89106,9422 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
1,00	1066,24	16	74,63 A
2,00	756,47	16	74,63 B

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=180,27454

Error: 89106,9422 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	951,40	16	74,63 A
0,00	871,31	16	74,63 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=360,48591

Error: 89106,9422 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
1,00	64,00	1088,38	8	105,54 A
1,00	0,00	1044,11	8	105,54 AB
2,00	64,00	814,43	8	105,54 AB
2,00	0,00	698,51	8	105,54 B

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

Porcentaje de utilización

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% UTIL.	32	0,16	0,00	23,56

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Model.	624,00	6	104,00	0,77	0,6004
Bloque	345,63	3	115,21	0,85	0,4780
PASTOREO	276,13	1	276,13	2,05	0,1650
Nitrógeno	1,13	1	1,13	0,01	0,9280
PASTOREO*nitrógeno	1,13	1	1,13	0,01	0,9280
Error	3374,88	25	135,00		
Total	3998,88	31			

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=14,03109

Error: 134,9950 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 3	54,25	8	4,11 A
BLOQUE 4	50,00	8	4,11 A
BLOQUE 2	47,63	8	4,11 A
BLOQUE 1	45,38	8	4,11 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=7,01677

Error: 134,9950 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
2,00	52,25	16	2,90 A
1,00	46,38	16	2,90 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=7,01677

Error: 134,9950 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	49,50	16	2,90 A
0,00	49,13	16	2,90 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=14,03109

Error: 134,9950 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
2,00	64,00	52,25	8	4,11 A
2,00	0,00	52,25	8	4,11 A
1,00	64,00	46,75	8	4,11 A
1,00	0,00	46,00	8	4,11 A

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

Anexo No. 4. Tasa de crecimiento y crecimiento ajustado

Tasa de crecimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T. CREC.	32	0,89	0,87	28,76

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3830,83	6	638,47	34,89	<0,0001
Bloque	647,73	3	215,91	11,80	0,0001
PASTOREO	3118,53	1	3118,53	170,44	<0,0001
Nitrógeno	44,89	1	44,89	2,45	0,1299
PASTOREO*nitrógeno	19,69	1	19,69	1,08	0,3095
Error	457,44	25	18,30		
Total	4288,26	31			

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=5,16568

Error: 18,2974 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 3	22,50	8	1,51 A
BLOQUE 1	13,61	8	1,51 B
BLOQUE 4	12,36	8	1,51 B
BLOQUE 2	11,01	8	1,51 B

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=2,58329

Error: 18,2974 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
1,00	24,74	16	1,07 A
2,00	5,00	16	1,07 B

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=2,58329

Error: 18,2974 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	16,06	16	1,07 A
0,00	13,69	16	1,07 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=5,16568

Error: 18,2974 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
1,00	64,00	26,71	8	1,51 A
1,00	0,00	22,78	8	1,51 A
2,00	64,00	5,40	8	1,51 B
2,00	0,00	4,60	8	1,51 B

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

Crecimiento ajustado

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CREC. AJUS.	32	0,88	0,86	31,55

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16071646,94	6	2678607,82	31,98	<0,0001
Bloque	2803148,59	3	934382,86	11,16	0,0001
PASTOREO	12996076,53	1	12996076,53	155,17	<0,0001
Nitrógeno	191116,53	1	191116,53	2,28	0,1434
PASTOREO*nitrógeno	81305,28	1	81305,28	0,97	0,3339
Error	2093789,53	25	83751,58		
Total	18165436,47	31			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=349,48540

Error: 83751,5813 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 3	1415,00	8	102,32 A
BLOQUE 1	866,63	8	102,32 B
BLOQUE 4	703,00	8	102,32 B
BLOQUE 2	684,50	8	102,32 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=174,77332

Error: 83751,5813 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
1,00	1554,56	16	72,35 A
2,00	280,00	16	72,35 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=174,77332

Error: 83751,5813 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	994,56	16	72,35 A
0,00	840,00	16	72,35 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=349,48540

Error: 83751,5813 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
1,00	64,00	1682,25	8	102,32 A
1,00	0,00	1426,88	8	102,32 A
2,00	64,00	306,88	8	102,32 B
2,00	0,00	253,13	8	102,32 B

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

Anexo No. 5. Disponible de festuca, trébol blanco, lotus, maleza y resto seco expresa en kg MS/ha

Disponible de festuca (kg MS/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISP. FESTUCA (Kg/Ha)	32	0,25	0,07	53,27

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	65653,50	6	10942,25	1,41	0,2499
Bloque	39383,25	3	13127,75	1,69	0,1943
PASTOREO	5886,13	1	5886,13	0,76	0,3921
Nitrógeno	19208,00	1	19208,00	2,48	0,1282
PASTOREO*nitrógeno	1176,13	1	1176,13	0,15	0,7003
Error	193994,00	25	7759,76		
Total	259647,50	31			

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=106,37919

Error: 7759,7600 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 2	203,75	8	31,14 A
BLOQUE 3	197,00	8	31,14 A
BLOQUE 1	130,63	8	31,14 A
BLOQUE 4	130,13	8	31,14 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=53,19891

Error: 7759,7600 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
2,00	178,94	16	22,02 A
1,00	151,81	16	22,02 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=53,19891

Error: 7759,7600 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
0,00	189,88	16	22,02 A
64,00	140,88	16	22,02 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=106,37919

Error: 7759,7600 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
2,00	0,00	197,38	8	31,14 A
1,00	0,00	182,38	8	31,14 A
2,00	64,00	160,50	8	31,14 A
1,00	64,00	121,25	8	31,14 A

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

Disponibile de lotus (kg MS/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIS. LOTUS(Kg/Ha)	32	0,45	0,32	69,80

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	393643,50	6	65607,25	3,46	0,0126
Bloque	342478,25	3	114159,42	6,02	0,0031
PASTOREO	43071,12	1	43071,12	2,27	0,1445
Nitrógeno	2738,00	1	2738,00	0,14	0,7073
PASTOREO*nitrógeno	5356,12	1	5356,12	0,28	0,5999
Error	474446,00	25	18977,84		
Total	868089,50	31			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=166,36268

Error: 18977,8400 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 1	334,00	8	48,71 A
BLOQUE 3	260,88	8	48,71 AB
BLOQUE 2	103,88	8	48,71 BC
BLOQUE 4	90,75	8	48,71 C

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=83,19592

Error: 18977,8400 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
1,00	234,06	16	34,44 A
2,00	160,69	16	34,44 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=83,19592

Error: 18977,8400 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	206,63	16	34,44 A
0,00	188,13	16	34,44 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=166,36268

Error: 18977,8400 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
1,00	64,00	256,25	8	48,71 A
1,00	0,00	211,88	8	48,71 A
2,00	0,00	164,38	8	48,71 A
2,00	64,00	157,00	8	48,71 A

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

Disponible de trébol blanco (kg MS/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIS. TB. (Kg/Ha)	32	0,35	0,19	77,27

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2241543,75	6	373590,63	2,20	0,0774
Bloque	2003692,13	3	667897,38	3,93	0,0200
PASTOREO	100352,00	1	100352,00	0,59	0,4497
Nitrógeno	118584,50	1	118584,50	0,70	0,4117
PASTOREO*nitrógeno	18915,13	1	18915,13	0,11	0,7416
Error	4253933,13	25	170157,33		
Total	6495476,88	31			

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=498,14738

Error: 170157,3250 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 3	906,75	8	145,84 A
BLOQUE 4	599,13	8	145,84 AB
BLOQUE 1	389,13	8	145,84 B
BLOQUE 2	240,25	8	145,84 B

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=249,11734

Error: 170157,3250 gl: 25

PASTOREO Medias n E.E.

1,00 589,81 16 103,13 A

2,00 477,81 16 103,13 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=249,11734

Error: 170157,3250 gl: 25

Nitrógeno Medias n E.E.

0,00 594,69 16 103,13 A

64,00 472,94 16 103,13 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=498,14738

Error: 170157,3250 gl: 25

PASTOREO Nitrógeno Medias n E.E.

1,00 0,00 675,00 8 145,84 A

2,00 0,00 514,38 8 145,84 A

1,00 64,00 504,63 8 145,84 A

2,00 64,00 441,25 8 145,84 A

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

Disponible maleza (kg MS/ha)

Variable N R² R² Aj CV

DISP. MALEZAS (Kg/Ha) 32 0,60 0,51 49,00

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4251359,94	6	708559,99	6,29	0,0004
Bloque	419879,09	3	139959,70	1,24	0,3155
PASTOREO	3746268,78	1	3746268,78	33,24	<0,0001
Nitrógeno	81911,28	1	81911,28	0,73	0,4020
PASTOREO*nitrógeno	3300,78	1	3300,78	0,03	0,8655
Error	2817362,78	25	112694,51		
Total	7068722,72	31			

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=405,40016

Error: 112694,5112 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 4	859,63	8	118,69 A
BLOQUE 1	684,38	8	118,69 A
BLOQUE 2	657,00	8	118,69 A
BLOQUE 3	539,38	8	118,69 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=202,73560

Error: 112694,5112 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
1,00	1027,25	16	83,93 A
2,00	342,94	16	83,93 B

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=202,73560

Error: 112694,5112 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	735,69	16	83,93 A
0,00	634,50	16	83,93 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=405,40016

Error: 112694,5112 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
1,00	64,00	1088,00	8	118,69 A
1,00	0,00	966,50	8	118,69 A
2,00	64,00	383,38	8	118,69 B
2,00	0,00	302,50	8	118,69 B

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

Disponibile resto seco (kg MS/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R. SECOS (Kg/ha)	32	0,51	0,40	44,88

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	291177,25	6	48529,54	4,39	0,0037
Bloque	272550,25	3	90850,08	8,21	0,0006
PASTOREO	924,50	1	924,50	0,08	0,7749
Nitrógeno	15842,00	1	15842,00	1,43	0,2427
PASTOREO*nitrógeno	1860,50	1	1860,50	0,17	0,6852
Error	276588,25	25	11063,53		
Total	567765,50	31			

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=127,02213

Error: 11063,5300 gl: 25

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 1	337,63	8	37,19 A
BLOQUE 2	314,63	8	37,19 A
BLOQUE 3	150,75	8	37,19 B
BLOQUE 4	134,50	8	37,19 B

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=63,52219

Error: 11063,5300 gl: 25

PASTOREO	Medias	n	E.E.
1,00	239,75	16	26,30 A
2,00	229,00	16	26,30 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=63,52219

Error: 11063,5300 gl: 25

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64,00	256,63	16	26,30 A
0,00	212,13	16	26,30 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=127,02213

Error: 11063,5300 gl: 25

PASTOREO	Nitrógeno	Medias	n	E.E.
1,00	64,00	269,63	8	37,19 A
2,00	64,00	243,63	8	37,19 A
2,00	0,00	214,38	8	37,19 A
1,00	0,00	209,88	8	37,19 A

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

Anexo No. 6. Suelo descubierto para disponible y remanente

Suelo descubierto para disponible

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S.D. Disp.	32	0,24	0,09	62,45

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45,09	5	9,02	1,61	0,1920
Bloque	39,37	3	13,12	2,35	0,0960
PASTOREO	2,29	1	2,29	0,41	0,5279
Nitrógeno	3,43	1	3,43	0,61	0,4406
Error	145,46	26	5,59		
Total	190,56	31			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=2,85059

Error: 5,5948 gl: 26

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 3	2,61	8	0,84 A
BLOQUE 4	2,80	8	0,84 A
BLOQUE 1	4,55	8	0,84 A
BLOQUE 2	5,20	8	0,84 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=1,42635

Error: 5,5948 gl: 26

PASTOREO	Medias	n	E.E.
2	3,52	16	0,59 A
1	4,06	16	0,59 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=1,42635

Error: 5,5948 gl: 26

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64	3,46	16	0,59 A
0	4,12	16	0,59 A

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

Suelo descubierto para remanente

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S.D. Rem.	32	0,33	0,21	45,59

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	56,51	5	11,30	2,61	0,0482
Bloque	54,05	3	18,02	4,17	0,0155
PASTOREO	2,24	1	2,24	0,52	0,4779
Nitrógeno	0,21	1	0,21	0,05	0,8261
Error	112,42	26	4,32		
Total	168,93	31			

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=2,50599

Error: 4,3239 gl: 26

Bloque	Medias	n	E.E.
BLOQUE 4	2,65	8	0,74 A
BLOQUE 2	4,34	8	0,74 A B
BLOQUE 1	5,00	8	0,74 A B
BLOQUE 3	6,25	8	0,74 B

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=1,25393

Error: 4,3239 gl: 26

PASTOREO	Medias	n	E.E.
1	4,30	16	0,52 A
2	4,83	16	0,52 A

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

Test:Tukey alfa=0,10 DMS=1,25393

Error: 4,3239 gl: 26

Nitrógeno	Medias	n	E.E.
64	4,48	16	0,52 A
0	4,64	16	0,52 A

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

Ganancia media diaria en kg/animal/día para el período febrero-abril

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Feb.-abr.	13	0,43	0,31	19,96

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	2	0,01	3,71	0,0623
Tratamiento	0,03	1	0,03	7,24	0,0227
12-feb.	0,01	1	0,01	2,21	0,1677 -1,5E-03
Error	0,04	10	3,9E-03		
Total	0,07	12			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,06333

Error: 0,0039 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
64 kg N	0,37	7	0,03 A
0 kg N	0,25	6	0,03 B

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

Ganancia media diaria en kg/animal/día para el período abril-junio

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Abr.-jun.	13	0,88	0,86	9,16

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	2	0,02	37,68	<0,0001
tratamiento	0,04	1	0,04	75,02	<0,0001
12-feb.	0,01	1	0,01	29,07	0,0003 -1,8E-03
Error	4,7E-03	10	4,7E-04		
Total	0,04	12			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,02195

Error: 0,0005 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
64 kg N	0,30	7	0,01 A
0 kg N	0,16	6	0,01 B

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

Anexo No. 7. Evolución de las especies sembradas entre pastoreo a lo largo del período experimental

Pastoreo	% de especies sembradas
1	41,21 A
2	57,54 B

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

Anexo No. 8. Evolución de la composición botánica entre pastoreo a lo largo del período experimental

Pastoreo	% Festuca	% Lotus	% TB	% Malezas	% RS
Primer pastoreo	6,62 A	9,92 A	24,62 A	47,34 A	11,45 B
Segundo pastoreo	12,81 B	10,94 A	33,86 A	25,51 B	17,01 A

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

Anexo No. 9. Tasa de crecimiento promedio expresado en kg MS/ha/día

Tratamiento	Tasa de crecimiento (kg MS/ha/día)
1	16,1 A
2	13,7 A

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

Anexo No. 10. Datos climáticos

Precipitación (mm)			Temperatura (°C)		
Mes	2019	Serie histórica (1980-2019)	Mes	2019	Serie histórica (1980-2019)
Feb.	104,6	125,5	Feb.	23,1	24
Mar.	69	137,8	Mar.	20,1	22,6
Abr.	67,4	158,8	Abr.	18,1	18,7
May.	99,7	102	May.	15,3	15,1
Jun.	202,4	68,3	Jun.	14,7	12,4
Jul.	28,2	56,1	Jul.	11,2	11,9
Ago.	104,4	55,3	Ago.	11,7	13,6
Set.	36,8	71,5	Set.	15,4	15
Oct.	205,8	121,3	Oct.	17,4	18,2
Nov.	98,6	123,1	Nov.	22,3	20,8

Anexo No. 11. Balance hídrico

Mes	P	ETP	P-ETP	Alm.	Var.Alm.	ETR	Def.	Exc.
Enero	496,6	113	383,6	80	0	113	0	383,6
Febrero	104,6	127	-22,4	60,4	-19,6	124,2	2,8	0
Marzo	69	99	-30	41,5	-18,9	87,9	11,1	0
Abril	67,4	76	-8,6	37,2	-4,3	71,7	4,3	0
Mayo	99,7	50	49,7	80	42,8	76	0	6,9
Junio	202,4	31	171,4	80	0	31	0	171,4