

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA MEZCLA Y DOTACIÓN ANIMAL EN LA PRODUCTIVIDAD  
INVERNO-PRIMAVERAL DE UNA PRADERA DE CUARTO AÑO  
COMPUESTA POR FESTUCA, TRÉBOL BLANCO Y LOTUS  
CORNICULATUS**

**por**

**María Josefina GARCÍA PINTOS BERISSO  
Agustina ORTICOCHEA DELL`ACQUA**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2014**

Tesis aprobada por:

Director:

---

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

---

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

---

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha:

8 de diciembre de 2014

Autores:

---

María Josefina GARCÍA PINTOS BERISSO

---

Agustina ORTICOCHEA DELL`ACQUA

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro tutor y profesor Ing. Agr. Ramiro Zanoniani.

A nuestras familias, por permitirnos formarnos como profesionales y todo el apoyo recibido.

A nuestro compañeros de generación de EEMAC 2013 por el año transcurrido.

A nuestras amigas, Belén Algorta e Inés López por la ayuda realizada en tareas de campo.

A Dios, por estar siempre con nosotras.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES QUE COMPONEN LA MEZCLA.....	3
2.1.1. <u>Festuca arundinacea</u> .....	3
2.1.2. <u>Lotus corniculatus</u> .....	5
2.1.3. <u>Trifolium repens</u> .....	6
2.2. LA PLANTA FORRAJERA. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA PRODUCCIÓN DE PASTURAS Y FORRAJES.....	7
2.2.1. <u>Desarrollo y crecimiento</u> .....	8
2.2.1.1. Desarrollo vegetativo en gramíneas.....	8
2.2.1.2. Desarrollo vegetativo en leguminosas.....	8
2.2.1.3. Desarrollo reproductivo en gramíneas y leguminosas...	9
2.3. FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LAS PASTURAS...	9
2.3.1. <u>Temperatura</u> .....	9
2.3.2. <u>Radiación incidente y calidad de luz</u> .....	10
2.3.3. <u>Disponibilidad hídrica</u> .....	11
2.3.4. <u>Nutrición mineral</u> .....	11
2.4. CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS FORRAJERAS.....	12
2.5. MANEJO ESTACIONAL (INVIERNO-PRIMAVERA) DE LA PASTURA.....	13
2.5.1. Manejo en invierno.....	13
2.5.2. Manejo en primavera.....	13
2.6. EFECTO DEL PASTOREO.....	14
2.6.1. <u>Frecuencia</u> .....	15
2.6.2. <u>Intensidad</u> .....	16
2.6.3. <u>Momento del pastoreo</u> .....	16
2.7. EFECTO DEL PASTOREO SOBRE CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	17
2.7.1. <u>Efecto del pastoreo sobre el rebrote</u> .....	17
2.7.2. <u>Acumulación de materia seca</u> .....	18
2.7.3. <u>Efecto sobre la calidad</u> .....	18
2.7.4. <u>Efecto sobre la persistencia de la pastura</u> .....	19
2.7.5. <u>Efecto sobre la composición botánica</u> .....	20

2.8.	PRODUCCIÓN ANIMAL.....	21
2.8.1.	<u>Requerimientos nutritivos.....</u>	21
2.8.2.	<u>Factores de la pastura que afectan el consumo y comportamiento animal.....</u>	22
2.8.2.1.	Consumo animal.....	23
2.8.2.2.	Disponibilidad de forraje.....	24
2.8.2.3.	Calidad de la pastura.....	25
2.8.2.4.	Selectividad animal.....	25
2.8.2.5.	Carga animal.....	27
2.8.2.6.	Comportamiento animal en pastoreo.....	28
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1.	CONDICIONES GENERALES DEL EXPERIMENTO.....	30
3.1.1.	<u>Descripción experimental.....</u>	30
3.1.2.	<u>Antecedentes del área experimental y manejo de la pastura.....</u>	30
3.1.3.	<u>Tratamientos.....</u>	31
3.2.	METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	32
3.2.1.	<u>Variables estudiadas.....</u>	32
3.2.1.1.	Forraje disponible y remanente (kg /ha MS).....	32
3.2.1.2.	Altura del forraje.....	33
3.2.1.3.	Composición botánica.....	34
3.2.1.4.	Suelo desnudo.....	34
3.2.1.5.	Peso animal.....	34
3.2.2.	<u>Variables determinadas.....</u>	35
3.2.2.1.	Forraje producido.....	35
3.2.2.2.	Forraje desaparecido.....	35
3.2.2.3.	Tasa de crecimiento.....	35
3.2.2.4.	Ganancia de peso diaria.....	35
3.2.2.5.	Producción de peso vivo por hectárea.....	35
3.3.	HIPÓTESIS.....	36
3.3.1.	Hipótesis biológicas.....	36
3.3.2.	Hipótesis estadísticas.....	36
3.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	36
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1.	DATOS METEOROLÓGICOS.....	37
4.2.	PARÁMETROS DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA PASTURA....	40
4.2.1.	<u>Materia seca disponible.....</u>	40
4.2.2.	<u>Materia seca remanente.....</u>	43
4.2.3.	<u>Altura del forraje disponible y remanente.....</u>	46
4.2.4.	<u>Forraje desaparecido.....</u>	50
4.2.5.	<u>Producción de materia seca.....</u>	53
4.2.5.1.	Tasa de crecimiento.....	53
4.2.5.2.	Producción de forraje.....	55
4.2.6.	<u>Composición botánica.....</u>	56

4.2.6.1.	Composición botánica del forraje disponible.....	56
4.2.6.2.	Composición botánica del forraje remanente.....	62
4.2.6.3.	Comparación de la composición botánica entre el forraje disponible y el remanente.....	63
4.3.	PARÁMETROS DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL.....	64
4.4.	CONSIDERACIONES FINALES.....	70
5.	<u>CONCLUSIONES</u> .....	72
6.	<u>RESUMEN</u> .....	73
7.	<u>SUMMARY</u> .....	74
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	75
9.	<u>ANEXOS</u> .....	82

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Dotación animal del experimento.....	32
2. Descripción de las estaciones de pastoreo utilizada para la descripción y análisis de resultados.....	32
3. Materia seca media disponible por tratamiento y diferencias significativas entre los mismos.....	40
4. Materia seca media remanente por tratamiento y diferencias significativas entre los mismos.....	44
5. Altura del forraje disponible (cm) por estación en función de los diferentes tratamientos.....	47
6. Altura del forraje remanente (cm) por estación en función de los diferentes tratamientos.....	47
7. Forraje desaparecido en kg MS/ha por tratamiento.....	50
8. Forraje desaparecido expresado porcentualmente y por altura promedio según los diferentes tratamientos .....	52
9. Tasa de crecimiento del forraje durante el periodo evaluado según tratamiento.....	54
10. Producción de forraje en kg MS/ha según tratamiento, realizado a partir del crecimiento ajustado.....	55
11. Ganancia de peso total (kg PV/animal) en el periodo según el tratamiento.....	65
12. Ganancia de peso total corregido estadísticamente (kg PV/animal) según el tratamiento.....	65
13. Ganancias individuales promedios de los pastoreos según tratamiento.....	66
14. Parámetros de la producción de carne (Ganancia media diaria (kg/d), asignación de forraje (% MS/PV) y producción de carne por ha) según las distintas dotaciones.....	68

Figura No.

1. Variaciones en la composición botánica (%) de una pastura bajo pastoreo en otoño – invierno y primavera (dotación: 3.3 novillos de sobreaño/ha) Risso y Cibils, (citado por Montossi et al.,1995).....	26
2. Croquis del área experimental.....	31
3. Precipitaciones mensuales (mm) en la serie histórica 1980-2009 y durante el año 2013.....	38
4. Temperaturas del aire (°C) promedio para la serie histórica 1980 – 2009 y para el año 2013.....	38
5. Temperaturas máximas y mínimas (°C) para los meses del periodo en evaluación de la serie histórica 1980-2009 y para el año 2013.....	39
6. Materia seca media disponible (kg MS/ha) por tratamiento según la época de pastoreo.....	41
7. Evolución de la disponibilidad de la materia seca (kg/ha) promedio desde el primer pastoreo hasta el último.....	42
8. Materia seca remanente (kg/ha) de cada tratamiento según la estación del año durante la cual se pastorea. Invierno: del 24 de Junio al 05 de Agosto; Inv. – Prim: del 05 de Agosto al 30 de Setiembre y Primavera corresponde al 30 de Setiembre al 12 de Noviembre.....	45
9. Evolución del forraje remanente promedio de los diferentes tratamientos (kg MS/ha) desde el primer pastoreo hasta el último.....	46
10. Altura disponible y remanente (cm) en función de los diferentes tratamientos.....	48
11. MS disponible (kg/ha) en función de la altura disponible (cm).....	49
12. Forraje disponible y desaparecido (kg/ha MS) por tratamiento.....	51
13. Evolución de la tasa de crecimiento de la pastura en el periodo experimental.....	53
14. Producción de forraje por tratamiento según el periodo de pastoreo.....	55
15. Disponibilidad (kg MS/ha) de los diferentes componentes de la pastura según los distintos tratamientos.....	57
16. Evolución de la proporción relativa de los componentes de las pastura en los 3 tratamientos.....	59
17. Composición botánica del forraje remanente (kg MS/ha) según los diferentes tratamientos.....	62
18. Contribución porcentual de las diferentes fracciones para forraje disponible y remanente.....	63
19. Kg/ha MS de las diferentes fracciones para forraje disponible y remanente.....	64
20. Evolución del peso vivo animal promedio por tratamiento (pesos corregidos).....	67
21. Kilogramos de peso vivo producidos por ha y ganancia media diaria, en función de la oferta de forraje (kg MS/100 kg PV).....	69

## 1. INTRODUCCIÓN

El Uruguay cuenta con 16.420.000 de hectáreas, de las cuales 10.150.000 son destinadas para la ganadería; las mismas están compuestas mayoritariamente por pasturas naturales, con un 17% del área mejorada (URUGUAY.MGAP.DIEA, 2013). El campo natural se compone de gramíneas perennes, malezas de distintos tipos con escasez de leguminosas en general, constituyendo así un tapiz herbáceo que cubre todo el territorio (Santiñaque s.f., Millot et al. 1987). En general su producción es baja, al igual que la calidad y presentan producciones estacionales muy variables relacionadas a los diferentes suelos del país pero teniendo en común un déficit invernal importante (Santiñaque s.f., Millot et al. 1987, Berreta et al. 2013).

Esto genera la necesidad de buscar alternativas forrajeras para aumentar la cantidad y calidad del mismo, sostenida en el tiempo, para esto surge el uso de mezclas forrajeras, cuyo objetivo principal es obtener los máximos rendimientos de materia seca por ha, explotando los atributos que presentan las gramíneas y leguminosas que la componen (Carámbula, 1977).

Las gramíneas constituyen el volumen más importante de la mezcla, son la columna vertebral de la misma dada su productividad sostenida a lo largo de los años, su adaptación al pastoreo y cortes. Las leguminosas son componentes invaluableles dado su alto valor nutritivo (proteína) y capacidad de aporte de nitrógeno (Carámbula, 1977, 2007).

Por otro lado el correcto manejo del pastoreo, a través de una correcta regulación de carga, ajustando las dotaciones según diferentes estaciones y requerimientos y de la frecuencia e intensidad del mismo pastoreo, es fundamental para aumentar la producción secundaria, ya sea de carne, lana o leche.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de tres dotaciones animales sobre la productividad de una mezcla forrajera compuesta por *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens* de 4to año, durante el periodo invierno-primaveral.

Se estudiaron producciones de materia seca, evolución de la composición botánica y producción animal.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES QUE COMPONEN LA MEZCLA

#### 2.1.1. Festuca arundinacea

La festuca es una gramínea perenne de ciclo invernal, que produce mucho forraje a fines de otoño y principios de invierno, dada su precocidad otoñal, una rápida capacidad de rebrote a fines de invierno y una floración temprana en primavera (setiembre-octubre). Es la gramínea mas adaptada a las condiciones del Uruguay, creciendo en todo tipo de suelos, excepto en suelos arenosos con probables riesgos de déficit hídrico (Carámbula 1977, Langer 1981).

Es de habito cespitosa, semi-erecto, con rizomas cortos, macollos rollizos o poco comprimidos. Las hojas son grandes y verde oscuros, estriadas en el haz, sin lígula visible. En la floración se forma una panoja grande y abierta que posee de 3 a 10 flores las cuales caen a la madurez; las semillas son similares a las del raigrás anual pero no poseen aristas. En cuanto al sistema radicular, el mismo es fibroso, profundo y muy extendido, lo que le permite tolerar sequías por la posible exploración a otros horizontes (Carámbula 1977, Langer 1981)

La festuca es una especie que fue introducida de forma programada, de origen Mediterráneo, cuyo cultivar utilizado en la mezcla fue Estanzuela Tacuabé. Los estudios del mismo permiten definirlo como un cultivar de alta producción anual de materia seca, con alto potencial de generar forraje durante el periodo otoño – invierno. Presenta floración temprana y alta persistencia productiva a lo largo de los años. Se destaca su buen comportamiento productivo en mezclas con trébol blanco (Carámbula, 2002).

Según Carámbula (2002) para óptimos resultados, las densidades de siembra recomendadas en mezcla son de 9 a 12 kg/ha, sembrado en línea a un profundidad no mayor de 2 cm. Es una especie que tiene bajo vigor de implantación, por lo que dichos factores pueden afectar el establecimiento de las plántulas disminuyendo la competitividad frente a otras especies anuales. La fertilización es fundamental ya que puede condicionar el éxito o fracaso de la especie; el suministro de nutrientes puede ser mediante fertilización nitrogenada

o mediante la siembra de leguminosas asociadas; los niveles recomendados son de 8 a 10 ppm de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 10 ppm de NO<sub>3</sub> en el suelo.

Por último, un manejo adecuado de esta especie, sería un pastoreo rotativo donde se entre a pastorear con una altura no mayor a 10 – 15 cm, para de esta manera evitar la formación de maciegas lo cual junto a un buen aporte de nitrógeno favorecerá rendimientos altos por muchos años (García, 2003).

#### Comportamiento estacional de la especie

Durante el otoño la producción es temprana debido a que la festuca no posee mecanismo de latencia estival aunque en la actualidad hay cultivares del tipo mediterráneos que presentan semilatenencia estival. Los puntos de crecimiento se encuentran ubicados a nivel del suelo, presentando gran actividad meristemática que genera el rebrote, produciendo forraje, el cual luego de defoliaciones intensas se recupera fácilmente debido a la capacidad de macollar durante el invierno, si las condiciones son favorables.

A principios de primavera se elevan los puntos de crecimiento debido a la elongación de los entrenudos en el estado reproductivo; si bien la actividad de estos meristemas permite la máxima producción de forraje, la calidad del forraje disminuye debido al aumento en el número de tallos; por lo que el manejo adecuado sería eliminación temprana de meristemas apicales, con el objetivo de romper la dominancia apical y promover el macollaje vegetativo aumentando la calidad (mayor relación hojas/tallos) en función de una merma en la producción de materia seca (Formoso, 1995).

Durante el verano, es una especie que se resiente por las condiciones ambientales imperantes de la estación (altas temperaturas, probabilidad de déficit hídrico) por lo que el manejo adecuado sería pastoreos menos frecuentes para no comprometer supervivencia de la misma.

#### Registros de producción

A continuación se presentan los datos obtenidos de la evaluación nacional de cultivares realizado por INIA – INASE 2013/2014.

Producción de forraje (kg/ha MS) anual y acumulada de Festuca cv. Estanzuela Tacuabé, sembrados en el año 2011 (3 años de evaluación).

1er. año 2011	2do. año 2012	3er. año 2013	Total 3 años
8381	12042	7273	27702

No existen registros de evaluación de festuca de 4to. año.

### 2.1.2. *Lotus corniculatus*

El *lotus corniculatus* es una leguminosa perenne, de ciclo estival, con máxima tasa de crecimiento en primavera, que se adapta bien a climas fríos y húmedos. Es de porte erecto creciendo a partir de una corona y se beneficia con pastoreos rotativos (frecuentes pero poco intensos) (Díaz et al., 1996).

Presenta amplio rango de adaptación a diferentes tipos de suelos (especie sumamente plástica), con buenas producciones de forraje, ausencia de riesgo de meteorismo, menores requerimientos de fósforo que el trébol blanco para obtener forraje (NC 10 – 12 ppm), de buen valor nutritivo durante la estación de crecimiento. Esta leguminosa presenta una menor eficiencia para aportar nitrógeno al suelo, en relación a otras leguminosas (Formoso, 1993).

En cuanto a su morfología, tiene una raíz pivotante muy ramificada otorgándole tolerancia a sequías. Al final del primer año desarrolla una corona a partir de la cual nacen los tallos. Las hojas están formadas por cinco folíolos, dos opuestos y uno terminal y dos en la base de los mismos (estípulas). La flor es amarilla con forma de umbela y tiene de 7 a 3 flores por inflorescencia. El fruto es una chaucha, variando el número de semillas de 2 a 8, tiene alto grado de dehiscencia durante la madurez cuando la humedad relativa es menor a 40%, lo que determina buena resiembra natural (Carámbula, 1977).

Esta especie tiene una limitante importante en cuanto a su persistencia dada por problemas de enfermedades de corona y raíz, provocadas principalmente por *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani* lo que limita la producción de esta leguminosa al 3er. - 4to. año (Altier, 1997).

El lotus se siembra, en mezcla, a razón de 4-10 kg/ha MS, siendo de bajo vigor inicial pero de buena implantación (Carámbula, 2002).

Para esta especie, el cultivar que se incluyó en la mezcla fue cv. San Gabriel, el cual según Carámbula (2002), tiene buenos rendimientos invernales y tempranos en primavera y un mayor vigor inicial frente a otros cultivares de la

misma especie. En la evaluación realizada por INIA – INASE no se muestran resultados del 4to. año de vida, siendo las producciones acumuladas para los años 2011-2012 de 15032 kg /ha MS, con una producción de 3686 kg /ha MS para el primer año, y para el segundo de 11347 kg /ha MS (datos de registro nacional de cultivares, no hay para tercer y cuarto año).

En otoño se produce la acumulación de reservas, por lo que en esta época los pastoreos deben ser aliviados para permitir que este proceso ocurra normalmente ya que compromete la persistencia durante el invierno y el rebrote en primavera. Para optimizar las producciones y longevidad de dicha leguminosa el manejo debe ser poco frecuente en primavera y verano, con intensidades de 3 a 6 cm (Formoso, 1995).

Según Carámbula (2002), esta especie se favorece con pastoreos controlados, ingresando con 20 – 25 cm y pastoreos hasta remanentes no menores de 7.5 – 5 cm.

### 2.1.3. Trifolium repens

El trébol blanco es una leguminosa perenne, de ciclo de producción invernal, de hábito estolonífero. Se adapta a suelos medianamente profundos, fértiles y húmedos, no tolera déficits hídricos severos. Tiene buena producción de semillas y presenta muy alta digestibilidad y apetecibilidad, superior a cualquier otra leguminosa (Pristch 1976, Carámbula 2002).

Es una leguminosa glabra, que posee hojas trifoliadas, que presenta tres folíolos iguales, con una inflorescencia que puede llegar a tener 100 o más flores. Los frutos contienen de 3 a 4 semillas. Es de hábito postrado con muchos estolones y raíces lo que la convierte en una especie muy adaptada al pastoreo (Langer, 1981).

Es una especie de muy bajo vigor inicial, por lo que responde muy bien a niveles creciente de fósforo (NC 14 – 16 ppm). Para una óptima implantación se requiere una densidad de siembra en mezcla de 2 a 4 kg/ha (Carámbula, 2002).

El cultivar utilizado fue Zapicán, el cual se agrupa en los cultivares de tamaño de hoja intermedio usados en mezcla de vida media. La producción acumulada obtenida de los ensayos realizados por INIA – INASE, para el periodo 2011 – 2013 fue de 24380 kg/ha MS, siendo el 1er. año 6308 kg/ha MS,

el 2do. año 10577 kg/ha MS y 3er. año 3495 kg/ha MS (no hay datos para 4to. año).

En trébol blanco cv. Estanzuela Zapicán el manejo adecuado primaveral es aquel que permite la supervivencia de dicha especie durante el verano, para ello se debe realizar un pastoreo poco frecuente de manera de disminuir relación rojo/rojo lejano para no promover la diferenciación floral aumentando el número estolones, que son las estructuras responsables de la persistencia de este individuo (Formoso, 1995).

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

## 2.2. LA PLANTA FORRAJERA. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA PRODUCCIÓN DE PASTURAS Y FORRAJES

Para producir carne, se debe antes producir de forma exitosa forraje, por lo que el conocimiento del modelo de crecimiento y desarrollo de las especies y poblaciones es fundamental para un manejo óptimo, ya que una pastura es una entidad dinámica sujeta a grandes cambios dependientes de factores internos dados por la constitución genética de las plantas y de factores externos ambientales que afectan los procesos fisiológicos de la misma (Carámbula, 2002).

Los puntos de crecimiento a partir de los cuales se produce el crecimiento y desarrollo de las diferentes estructuras son los meristemas. Estos se clasifican de acuerdo a su ubicación y funciones en: meristemas apicales, ubicados en extremos superiores de tallos, macollos y estolones dando origen a los restantes tejidos meristemáticos. Meristemas axilares en axilas de hojas que dan origen a tallos y estolones. Por último están los meristemas basales, foliares y nodales intercalares; los primeros se encuentran ubicados en los nudos basales de las diferentes estructuras, los segundos se caracterizan por formar láminas y vainas en gramíneas o peciolos y folíolos en leguminosas, los últimos son los responsables de alargamiento de entrenudos o sea del crecimiento longitudinal de los diferentes órganos (Carámbula, 2002).

### 2.2.1. Desarrollo y crecimiento

Son dos fenómenos cuya distinción es fundamental, el desarrollo es un proceso cualitativo donde se da una sucesión de etapas en un orden riguroso e irreversible, en el cual se produce la iniciación de órganos nuevos a partir de células jóvenes que se encuentran en estado juvenil en los meristemos. El crecimiento, es en cambio, un proceso cuantitativo medible que involucra un aumento irreversible de dimensión de un órgano, dado por el incremento de número y tamaño de células.

#### 2.2.1.1. Desarrollo vegetativo en gramíneas

La formación de hojas involucra tres parámetros morfogenéticos básicos: vida media foliar (VMF), tasa de elongación foliar (TEF) y la tasa de aparición de hojas (TAF).

El tamaño foliar es determinado por la relación de TEF y TAF, además la densidad de macollos está relacionado con la TAF y el número de hojas vivas por macollo resulta de la VMF y TAF.

Cada macollo está formado por un conjunto de fitómetros unidos en los nudos. Los fitómetros, ubicados a nivel del suelo o debajo del mismo (determinado genéticamente) tienen la capacidad de desarrollar raíces lo que permite independizar las macollas hijas. Dicho mecanismo permite a la planta un establecimiento asegurando producción rápida de área foliar para interceptación de luz, es esencial en la regeneración de la pastura y para la perennidad de las plantas por su alta longevidad (Carámbula, 2002).

#### 2.2.1.2. Desarrollo vegetativo en leguminosas

En leguminosas dependiendo del porte, el crecimiento de las especies es diferente. En leguminosas de porte erecto, como *Lotus corniculatus* el crecimiento se da a partir de la corona. Este es un órgano complejo que contiene meristemos axilares de los cuales se generan los tallos y luego los folíolos. En las especies de porte rastrero, como *Trifolium repens* los meristemos axilares de la corona producen tallos rastreros (estolones) que pueden dar origen a estolones secundarios que pueden formar raíces e independizarse (Muslera y Ratera 1984, Carámbula 2002).

### 2.2.1.3. Desarrollo reproductivo en gramíneas y leguminosas

Cuando a una planta se la permite crecer libremente, son dos las etapas que la pueden distinguir: vegetativa y reproductiva, determinadas por el genotipo y el ambiente.

En esta última etapa se produce la diferenciación de meristemas vegetativos a reproductivos, produciéndose el alargamiento de los entrenudos e iniciación floral. En especies invernales, como trébol blanco y festuca, este proceso puede durar de 3 a 6 semanas durante la primavera, mientras que en especies estivales, como el lotus, esta etapa puede ser más extensa y puede darse conjuntamente con el vegetativo mayoritariamente durante el otoño (Carámbula, 2002).

Este proceso depende primariamente de factores genéticos y factores externos como fotoperiodo, pero puede ser modificado por factores como temperatura, densidad y fecha de siembra, fertilización y pastoreo. En *lotus corniculatus* el punto de crecimiento es inducido genéticamente por lo que puede florecer en cualquier momento luego de su germinación, siempre y cuando se dé un fotoperiodo adecuado (Carámbula, 2002).

Durante esta etapa, la producción de materia seca se maximiza, produciendo a mayores tasas de crecimiento, con una disminución de la calidad debido a un mayor contenido de carbohidratos estructurales, lo que genera un descenso en la digestibilidad, esto es muy notorio en el caso de la festuca.

## 2.3. FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LAS PASTURAS

Los cambios que se generan en la pastura dependen de condiciones intrínsecos (factores genéticos), pero además pueden ser determinados y afectados por condiciones del ambiente siendo las más importantes la temperatura, la radiación, la disponibilidad de agua y la fertilización nitrogenada y fosfatada.

### 2.3.1. Temperatura

Las tasas de crecimiento y desarrollo aumentan exponencialmente con la temperatura, sin embargo existe un óptimo térmico característico, y se desaceleran tanto a temperaturas superiores como a inferiores a dicho óptimo.

Cada especie tiene determinados sus puntos cardinales térmicos bien definidos: mínimo, máximo y óptimo, los que pueden ser modificados levemente por aclimatación. La materia verde producida se genera de un equilibrio entre el proceso de fotosíntesis y respiración, este último es más sensible a la temperatura por lo que la respiración es mayor a mayores temperaturas (Baruch y Fisher, 1988).

Especies forrajeras de climas templados tienen temperaturas óptimas para el crecimiento foliar de entre 15 a 20 C°. Las especies gramíneas tienden a tener hojas más cortas y anchas frente a especies tropicales, y en las leguminosas, como el trébol blanco, el tamaño de hoja tiende a ser menor a temperaturas mayores al rango descrito (Carámbula, 1981).

La temperatura modula positivamente la velocidad de aparición foliar, y la elongación foliar. Dado que el máximo número de hojas por macollo es constante, un aumento en la temperatura resulta en un aumento en la tasa de senescencia foliar debido a un aumento en la aparición y elongación de las hojas (Colabelli et al., 1998).

### 2.3.2. Radiación incidente y calidad de la luz

Por medio de la fotosíntesis, la radiación solar afecta el desarrollo y el crecimiento de las plantas. La calidad y la periodicidad de la luz influyen en el desarrollo de las plantas ya que estimulan o reprimen diferentes procesos como la germinación, la floración y otros fenómenos. La percepción del estímulo se realiza mediante la clorofila, caroteno o fitocromo que son sensibles a diferentes longitudes de ondas. Cuando las concentraciones de CO<sub>2</sub>, la temperatura, la disponibilidad de agua y nutrientes no son limitantes, la tasa fotosintética es directamente proporcional a la radiación de luz absorbida por las hojas dentro de los rangos de 400 a 700 nm (Baruch y Fisher, 1988).

La tasa de aparición de hojas disminuye al reducirse la intensidad lumínica la que varía de acuerdo a la estación y la competencia dentro del tapiz según la estructura del canopeo. En gramíneas el proceso más afectado es el macollaje, el cual involucra formación de nuevos tejidos. A una menor intensidad de luz, responden aumentando el tamaño de sus hojas longitudinalmente pero disminuyendo el grosor, lo que genera macollos más livianos. En leguminosas, ante una disminución en la calidad de la luz, lo que

más se resiente es la formación de estolones, la nodulación y el desarrollo radicular (Langer, 1981).

### 2.3.3. Disponibilidad hídrica

El agua es vital para mantener los procesos de desarrollo y crecimiento que ocurren en las pasturas.

Un déficit hídrico genera reducción en la tasa de macollaje, número de hojas vivas por macollo y tamaño foliar (menor turgencia) que implica reducciones en la tasa fotosintética (Agnusdei et al., 1998).

Frente a la falta de agua, la relación raíz/ parte aérea aumenta debido a una mayor necesidad de crecimiento de raíces para la exploración radicular (Turner y Begg, 1978).

### 2.3.4. Nutrición mineral

En cuanto a la nutrición mineral, la misma se refiere a los macronutrientes, nitrógeno y fósforo, los cuales son los más deficientes en cubrir los requerimientos de las plantas en suelos del Uruguay. Para lograr una buena implantación de la pastura y asegurar un buen desarrollo y producción de forraje es imprescindible la fertilización de nitrógeno y fósforo. Existen niveles críticos de nutrientes a los cuales la respuesta de la pastura es la óptima (Carámbula, 1977).

A la siembra se debe fertilizar en mezclas forrajeras, con especies gramíneas y leguminosas, con ambos elementos. El fósforo es muy importante para la implantación y primeras etapa además de su efecto promotor en nodulación para las leguminosas. El nitrógeno también es un nutriente importante al comienzo de la implantación pero además juega un rol fundamental en la promoción de formación de hojas y macollaje por lo cual es relevante considerar re-fertilizaciones en épocas con menor disponibilidad de nutrientes en el suelo (otoño).

El nitrógeno, tiene un efecto importante sobre el área foliar y macollaje, y si el mismo es bajo las hojas envejecen y mueren antes de lo normal (Langer, 1981). La elongación foliar es promovida por el N y es de gran importancia en las gramíneas. Tiene un efecto positivo en la tasa de crecimiento de las plantas

por lo que en contrapartida, se produce una mayor senescencia de macollos en desarrollo (Scheniter, 2005).

En las leguminosas, el nitrógeno no es limitante, ya que lo fijan simbióticamente con los *Rhizobium*, pero si tienen altos requerimientos de fósforo, respondiendo muy bien al agregado del mismo (Langer, 1981).

Por lo tanto, para obtener una buena producción de forraje, se debe prestar especial atención a la disponibilidad de nutrientes NP (K) en el suelo, recurriendo a fertilización y re fertilizaciones para evitar deficiencias.

#### 2.4. CARACTERIZACIÓN DE MEZCLAS FORRAJERAS

Una mezcla forrajera es una población artificial que está formada por varias especies con diferentes características morfológicas y fisiológicas. El objetivo de la misma es maximizar rendimientos de materia seca durante un periodo prolongado de tiempo, disminuyendo variaciones interanuales, manteniendo las bondades de cada especie (Carámbula, 2002).

Esta conjunción de especies permite equilibrar el valor nutritivo de la dieta animal, debido a un aporte de proteínas por parte de las leguminosas y de carbohidratos aportados por las gramíneas, que permiten un mayor aprovechamiento de las mismas, lo que favorece un mayor consumo animal.

La producción de la mezcla depende de varios factores, de los cuales, las especies que la componen es el de mayor importancia ya que la mismas deben de tener buena adaptación al suelo como al clima, además deben ser de manejos compatibles según el uso proyectado (Langer, 1981).

La mezcla evaluada, es clasificada como una mezcla simple, ya que está compuesta por una especie de gramínea, *Festuca arundinacea* y dos especies de leguminosas, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Estas especies son de ciclo complementario, generando una producción sostenida en el año.

La mayor producción a principios de otoño está determinada principalmente por la festuca, mas entrado en invierno-primavera el trébol blanco registra tasa máximas de crecimiento. El potencial del lotus para producciones estivales es de alta valor ya que las condiciones ambientales de dicha estación afectan marcadamente los rendimientos del resto de la mezcla: trébol blanco y festuca.

En el correr del tiempo, las proporciones de los componentes de la mezcla varían, siendo las cifras óptimas 50 - 60% de componente gramínea, 20 - 30 % de componente leguminosa, con una incidencia de malezas no mayor al 10% (Carámbula, 2002).

## 2.5. MANEJO ESTACIONAL (INVIERNO-PRIMAVERA) DE LA PASTURA

### 2.5.1. Manejo en invierno

El invierno es la estación del año en la cual se dan los máximos déficits de forraje por lo que se debe realizar un adecuado manejo de pastoreo para reducir esta limitante.

Dado que la cantidad de luz en esta época es muy baja y su ángulo de incidencia es menor que en las demás estaciones, es posible usar toda la energía disponible con IAF menores, por lo que no se debe dejar mucho follaje para evitar pérdida de materia seca y tiempo para producirlo. Por consiguiente, una pastura en invierno manejada de forma controlada evitando pérdidas de hoja por descomposición y manteniendo las mismas jóvenes para disminuir la sensibilidad a las heladas, es un tipo de manejo que favorece el crecimiento de las especies otoño-invierno-primaveral y permite a la vez una mejor utilización de la pastura evitando así la falta de forraje en esta época del año (Carámbula, 1992).

Una particularidad del invierno es el gran crecimiento de las leguminosas, especialmente los tréboles que tienden a dominar en la mezcla en esta estación del año, por lo que se debe realizar un manejo de manera tal que se favorezca la llegada de luz y calor a las yemas de las gramíneas, para así promover el crecimiento de las mismas promoviendo el macollaje.

Un aspecto muy importante a tener en cuenta en invierno es el efecto del pisoteo, los pastoreos deben hacerse dependiendo de la humedad del suelo para de esta forma prevenir el mismo (Carámbula, 1992).

### 2.5.2. Manejo en primavera

En primavera dada las condiciones ambientales de temperaturas en aumento, alargamiento de fotoperiodo e intensidades de luz elevadas se produce una gran masa de forraje dado principalmente por el incremento de peso de macollos y tallos (Carámbula, 1977).

Pastoreos intensos y frecuentes aumentan la calidad y persistencia de la pastura, aumentando el macollaje dado la ruptura de dominancia apical producida por la floración y también se promociona un aumento en el sistema radicular lo cual hace que las especies permanezcan vigorosas durante el verano sin ser afectadas por sequias (Carámbula, 1992).

## 2.6. EFECTOS DEL PASTOREO

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

La actividad del rumiante se da en una serie de etapas, que comprenden periodos alternativos de pastoreo, rumia y descanso. La cantidad de forraje, el valor nutritivo y la accesibilidad afectan el comportamiento del pastoreo y consumo final (Montossi et al., 1995).

Es importante entonces conocer las características de la pastura y del propio animal para conocer los factores que inciden sobre el comportamiento del pastoreo y el consumo de forraje, para obtener una alta eficiencia en la producción vegetal y animal (Montossi et al., 1995).

El crecimiento de una pastura luego de ser pastoreada sigue un comportamiento de curva sigmoidea, donde se diferencian tres etapas: una primera de crecimiento lento (baja disponibilidad, alta calidad), la siguiente una etapa de rápido crecimiento, y la última de escaso crecimiento (alta disponibilidad pero baja calidad del forraje). El tiempo transcurrido entre las etapas varía según la estación del año en que se produzca el pastoreo, siendo más veloz en primavera-otoño y la mitad en invierno-verano (Carámbula, 2002).

A partir del comportamiento del crecimiento descrito anteriormente, los mayores rendimientos se obtienen en la etapa intermedia ya que se maximiza la entrega de forraje, por lo que manejos adecuados mantienen la pastura en el tramo intermedio (máxima velocidad de crecimiento) (Carámbula, 2002).

Durante el estado vegetativo los cortes realizados modifican la entrega de forraje de la pastura a través de dos factores opuesto: frecuencia e intensidad, parámetros que definen el pastoreo según el momento del año.

### 2.6.1. Frecuencia

La frecuencia se define como el intervalo de tiempo que sucede entre dos pastoreos, y determina el número de aprovechamiento a lo largo del año. Es importante que transcurra un intervalo de tiempo entre pastoreos para aumentar la producción de forraje en cada uno de ellos, el tiempo entre los pastoreos depende de la época del año y de la intensidad del pastoreo (Cangiano 1997, Carámbula 2002).

Según Langer (1981), bajo pastoreos intensos dejando un mínimo de rastrojo (AFR) y periodos largos de descanso se obtienen los máximos rendimientos. A menores frecuencias no necesariamente se produce una disminución en la producción de materia seca, ya que esto varía según la plasticidad morfofisiológica de las especies que conforman la pastura. Menores rendimientos se logran si el remanente del forraje es más alto debido a una ineficiencia en el uso de la luz por parte de área foliar remanente más vieja (Formoso, 1996).

Pastoreos más frecuentes de mezclas con especies de diferentes portes, tienden a favorecer las especies de hábitos más postrados, dado principalmente por la menor competencia por luz; mientras que en pastoreos menos frecuentes las especies que más se benefician son las erectas debido a un mayor crecimiento (Carámbula, Formoso y Colabelli, citados por Folgar y Vega, 2013).

El pastoreo, consecuentemente, debe manejarse por la estacionalidad de la pastura, el IAF óptimo y el filocrón máximo de las especies que comprenden la mezcla evitando senescencia de forraje. En el caso de pasturas con IAF óptimos más bajos, como en el caso de pasturas dominada por trébol blanco (IAF 3), el aprovechamiento es mejor con defoliaciones más frecuentes, que en pasturas dominadas por leguminosas erectas (IAF) o por gramíneas erectas (IAF 9 – 10) (Carámbula, 2002).

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

### 2.6.2. Intensidad

Según Carámbula (2002), la intensidad se define como la altura del rastrojo al retirar los animales, que afecta el rendimiento de cada defoliación, la condición del rebrote y la producción total de la pastura.

Pastoreos más intensos generan disminución en rendimientos de materia seca, a causa de la casi inexistencia de tejidos remanentes para la re foliación, por lo que la misma se hará a partir de sustancias de reservas lo cual provoca un debilitamiento de las plantas e inclusive muerte de las mismas. Por lo tanto cuanto mayor sea el remanente de la planta, más rápida será la recuperación (Bignoli y Marsico, citados por Cabrera et al., 2013).

Cuando los remanentes de la pastura son altos, los rendimiento son decrecientes, debido a que la pastura tiene alto contenido de forraje senescente que posee una baja eficiencia fotosintética, sombreando a las hojas fotosintéticamente más activas lo que reduce el rebrote y la producción de macollos (Smethan, 1981).

Para Langer (1981), en pastoreos rotativos, luego de la defoliación queda un remanente de 2.5 a 7.5 cm, estas pasturas tardarían entre 15 a 22 días en el verano para recuperar el IAF óptimo para lograr la máxima tasa de crecimiento.

Según Carámbula (2002), una intensidad óptima de pastoreo en especies prostradas es de 2.5 cm y en especies erecta entre 5 a 7.5 cm en promedio.

### 2.6.3. Momento de pastoreo

En cuanto al momento de pastoreo se refiere a la estación del año y el estado de desarrollo de la pastura.

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

Para un manejo eficiente es necesario correlacionar los estados fisiológicos de la pastura (estado vegetativo y reproductivo) con las diferentes

estaciones del año. En el caso de las especies invernales, la floración se produce en la primavera, mientras que en especies estivales, la misma se da durante el otoño.

Cuando una pastura continua el crecimiento luego de producida la floración, la digestibilidad cae hasta valores de 60% o menores, por lo que manejos continuos durante este estado logran mantener a la pastura en estado joven, manteniendo su calidad (Langer, 1981).

## 2.7. EFECTOS DEL PASTOREO SOBRE CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

El efecto del pastoreo afecta a la pastura, no solo por reducir el área foliar, sino que interfiere en el rebrote, calidad, persistencia y composición botánica de la pastura.

### 2.7.1. Efecto del pastoreo sobre el rebrote

Las pasturas son consumidas varias veces al año, lo cual significa una pérdida casi total de las hojas, lo que determina una disminución instantánea de la actividad fotosintética de la planta y consecuentemente el nivel disponible de la planta. Por lo que la producción depende directamente del rebrote y los factores que lo afectan (Montossi et al., 1995).

El rebrote de una pastura depende de 3 factores: si existió o no eliminación de meristemas apicales, la cantidad de carbohidratos en órganos de reservas y el área foliar remanente y la eficiencia fotosintética de la misma (Cangiano, 1998).

La velocidad con que se re establece el área foliar, luego de ser pastoreada, depende del número de meristemas refoliadores y de la disponibilidad de energía que poseen los mismos. La importancia, en orden decreciente de los meristemas refoliadores se da en el siguiente orden: meristemo axilar, apical e intercalar (Formoso, 1995).

Una adecuada defoliación no afecta las hojas nuevas que emergen dentro de la vaina, desapareciendo por el pastoreo las hojas de menor eficiencia fotosintética. En cambio una defoliación intensa provocaría la remoción de todos los tejidos, por lo que el rebrote se producirá a partir de reservas de las plantas, siendo este más lento (Cangiano 1998, Fisher et al. 2000).

Cangiano (1997) afirma que en estado reproductivo, al producirse el alargamiento de los entrenudos, los meristemos apicales quedan expuestos a la defoliación, por lo cual si este es removido se produce la muerte de macollos y el rebrote debe darse de macollos con el ápice intacto (vegetativos).

El rebrote, entonces, depende de un ordenamiento jerárquico producido internamente, donde se establecen las estrategias de refoliación, dependiendo de la frecuencia, intensidad y momento del pastoreo (Montossi et al., 1995).

### 2.7.2. Acumulación de materia seca

La acumulación de materia seca ocurre del balance de los procesos de ganancia (fotosíntesis) y pérdida (respiración, senescencia) de carbono. Desde la instalación de la pastura, o a partir del rebrote, el área foliar se incrementa hasta llegar a interceptar 95% de radiación incidente, lo que determina el máximo IAF produciendo la máxima tasa de fotosíntesis. A partir de este punto el área foliar comienza a senescer, ocasionado pérdidas en cantidad de material verde, ya que aumenta el proceso de respiración como reflejo del aumento en la fotosíntesis y nuevos tejidos (Cangiano, 1997).

Para una óptima producción de forraje, los pastoreos deberían realizarse en el momento donde se produce la máxima interceptación de luz, antes de que el forraje comience a senescer.

McNaughton (1979) enlistó ocho causas, para gramíneas forrajeras luego de la defoliación, por las cuales los tejidos vegetales pueden compensar o ser estimuladas, las mismas son: 1. Remoción mecánica de tejidos; 2. Aumento de la intensidad de luz sobre tejidos potencialmente más activos; 3. Reducción de la tasa de senescencia foliar; 4. Aumento de la tasa fotosintética del tejido remanente; 5. Redistribución de nutrientes desde zonas que no se vieron afectadas por el pastoreo; 6. Mayor tasa de crecimiento de hojas y promoción del macollaje; 7. Mayor eficiencia de uso del agua, por menor superficie transpiratoria; 8. Reciclado de nutrientes de bosta y orina.

### 2.7.3. Efecto sobre la calidad

Langer (1981) asegura que una pastura de alta calidad tiene contenidos de proteína elevados, y niveles de fibra reducidos. En un mismo estado de crecimiento las leguminosas son de mejor calidad que las gramíneas.

Para Cangiano (1997) las pasturas tienen diferentes capacidades para cubrir los requerimientos necesarios para mantenimiento, crecimiento y reproducción de un animal. Siendo una medida para comparar diferentes tipos de forrajes, la capacidad de producción de animal (kg carne, lana o leche) en condiciones no limitante, siendo la única variable, el alimento. También existen otros tipos de análisis más simples, como son, análisis químicos o de consumo voluntario.

La calidad del forraje puede variar según el estado fisiológico de la planta (vegetativo vs reproductivo), la estación del año y la edad de la pastura.

El valor nutritivo se define como la respuesta animal por unidad de consumo de alimento, y está conformado por tres factores: la composición química, la proporción digestible, y la eficiencia de utilización de los nutrientes digeridos por el animal. El valor alimenticio del forraje es el producto de la concentración de nutrientes contenidos en el mismo, y la cantidad de forraje que consume el animal (Cangiano, 1997):

$$\text{Valor alimenticio} = \text{valor nutritivo} * \text{consumo voluntario (cantidad)}$$

#### 2.7.4. Efecto sobre la persistencia de la pastura

Una incógnita en las pasturas sembradas refiere a la persistencia o duración de la misma, dado que la duración depende de una amplia gama de factores que pueden afectar en distintos grados su comportamiento.

En Uruguay, así como en todo el cono sur, la duración de una pastura es un problema de importancia, ya que dependiendo de las especies que conforman la mezcla, no sobrepasan los 4 – 5 años, con una alta tendencia en los últimos años de la pastura, a la dominancia por parte de gramíneas y malezas, debido a la pérdida de gramíneas perennes y leguminosas de baja adaptación a las condiciones de suelo, clima, factores bióticos presentes en dicha región. Al ir desapareciendo las especies sembradas sus nichos, al quedar vacíos, son ocupados progresivamente por plantas como malezas y gramíneas ordinarias (Carámbula, 2002).

Para favorecer la persistencia de pasturas sembradas, principalmente leguminosas, como *lotus corniculatus*, un manejo menos frecuente en

primavera - verano se corresponde con dicho objetivo. En primavera para permitir rebrotes o acumulación de carbohidratos de reservas, y en verano debido a las condiciones imperantes, el manejo debe ser muy controlado ya que esta estación complicada tiene un efecto muy importante en la persistencia (Formoso, 1995).

En ciertas especies, como trébol blanco, cuyo sistema radicular es adventicio, no se debe permitir pastores frecuentes en verano (mayor probabilidad de déficit hídrico), para permitir la exploración radicular y de esta forma no comprometer la supervivencia de la misma (Formoso, 1995).

Tanto así, como la falta persistencia, la producción anual de forraje también es problema, ya que no es sostenida en el tiempo, presentando un pico máximo de producción al segundo año de instalada la pastura, con rendimientos decrecientes a mayor edad, siendo difícil superar al 3er o 4to año de producción (Carámbula, 2002).

#### 2.7.5. Efecto sobre la composición botánica

El pastoreo es una herramienta utilizada para mantener el balance de gramíneas - leguminosas, controlando la disponibilidad de luz para los diferentes estratos de la misma siendo que esta depende del hábito de crecimiento, la disposición de las hojas y la arquitectura del canopy (Carámbula, 2002).

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

La composición botánica depende además de factores bióticos como enfermedades, malezas, plagas, otro tipo de competencias entre especies de la mezcla y abióticos como la edad, déficits hídricos, heladas, etc. que determina la mayor o menor persistencia y producción de una determinada especie.

## 2.8. PRODUCCIÓN ANIMAL

En Uruguay la producción de pasturas es la fuente más barata de alimento para los rumiantes, por lo cual es imprescindible maximizar la producción y la eficiencia con que se cosecha el forraje y transformarlo en producto final: carne, leche y lana.

Al igual que en la producción de forraje, en producción animal, se busca la maximización de resultados, con óptimos aprovechamientos de forraje ya que la misma será producida netamente en base pastoril.

El manejo sobre la pastura tiene un efecto notable sobre el pastoreo animal, pues afecta el consumo de los mismos a través del comportamiento ingestivo y de los factores nutricionales y no nutricionales de estos.

Cangiano (1997), afirma que para un mismo ambiente las diferencias en producción pueden variar según la mezcla forrajera, la fertilización y el manejo de la misma. Además el control de la carga animal, el ajuste entre oferta y requerimientos son los factores más importantes que actúan sobre la producción por unidad de superficie.

Una forma de aumentar el consumo animal, es disminuyendo la carga por ha lo que conlleva una disminución en producción total por unidad de superficie. En contraposición una maximización en la utilización de forraje, o sea aumento de carga, que produce una disminución en el consumo individual pero logrando máxima producción total (si no se llega al extremo de aumentar demasiado la carga que pueda comprometer la satisfacción de los mínimos requerimientos de mantenimiento produciendo severas pérdidas de peso) (Rovira, 2008).

### 2.8.1. Requerimientos nutritivos

Los requerimientos animales están determinados por los requerimientos de mantenimiento y de producción. Desde el punto de vista biológico es artificial separar los nutrientes para mantenimiento y de producción pero es práctico a la hora de cuantificar por separado los requerimientos energéticos para contemplar los diferentes niveles de producción (Rovira, 2008).

Cuando un animal no pierde ni gana peso es porque está siendo mantenido, es decir, está en equilibrio energético. Para estimar los

requerimientos de mantenimiento se usa el peso metabólico (PV 0.75) ya que se relacionan mejor a este que con el peso vivo (Rovira, 2008).

$$\text{Mcal EM/día para mantenimiento} = (0.134) (\text{PV } 0.75).$$

Los requerimientos nutricionales pueden variar según factores como el estado corporal, la edad del animal (estado fisiológico), nivel de actividad y nivel de producción.

El estado corporal refleja el estado energético en que se encuentra el animal, pudiendo requerir mayor nutrición si los mismos son más deficientes (menos requerimientos de mantenimiento, pero más para producción), pero si estos son muy elevados los requerimientos para mantenimiento también serán mayores.

Los requerimientos también varían de acuerdo a la edad, ya que un animal joven aún está creciendo por lo que requiere más nutrientes en menor cantidad de alimento (consumo limitado por capacidad física), a diferencia de un animal que solo está engordando.

El nivel de actividad depende de las distancias que los animales deben recorrer a las aguadas, sombras y diferentes estaciones de pastoreo.

En condiciones templadas, la actividad del pastoreo aumenta los requerimientos nutricionales entre 20 a 100% en comparación con animales estabulados (Montossi et al., 1995).

#### 2.8.2. Factores de la pastura que afectan el consumo y comportamiento animal

Para obtener máximos consumos, se debe lograr un compromiso permanente entre cantidad y calidad de forraje, uniformizando la estacionalidad de la oferta forrajera, manteniendo la calidad de la pastura (alta digestibilidad y alto contenido proteico) y favoreciendo la persistencia y la mantención de las especies sembradas a lo largo de los años (Rovira, 2008).

Algunas estrategias a tener en cuenta para la producción de forraje anual son: el manejo de los diferentes niveles a través del año modificando la dotación animal; optimizar el manejo del pastoreo, manipulando la presión, subdividiendo potreros y refertilizaciones de la pastura (Rovira, 2008).

#### 2.8.2.1. Consumo animal

El forraje consumido está determinado por factores del animal, el manejo de la pastura y el ambiente. Con lo que respecta al animal se considera la edad, el nivel de producción, el peso, la condición corporal y otros. Con lo que respecta a la pastura, la composición de las especies, la digestibilidad y madurez y disponibilidad de forraje. Con respecto al manejo, la cantidad de forraje asignado a cada animal, la suplementación, la fertilización y el sistema de pastoreo. Por último, lo que respecta al ambiente, la humedad, la velocidad del viento, fotoperiodo y temperatura (Cangiano, 1997).

El consumo de nutrientes es el producto de la cantidad de pasturas consumidas y la concentración de nutrientes de dicho forraje.

En la interfase planta – animal el componente planta puede ser expresado como la cantidad de forraje disponible y carácter del mismo que afecta la composición química, características estructurales y forma de presentación del forraje al animal. Existen límites para los diferentes mecanismos que limitan el consumo animal: el mecanismo de bocado presenta un límite superior para el número y peso de bocado, el mecanismo de distención asume un límite de llenado ruminal que determina el tiempo de retención, y el mecanismo metabólico que determina un límite superior en el consumo de energía digestible (Cangiano, 1997).

Los factores que afectan el consumo de materia seca de los animales son los denominados factores nutricionales y no nutricionales, los cuales recorren una curva que tiende asintóticamente a un máximo

En la parte ascendente de la curva, los factores limitantes del consumo son los no nutricionales, en los que se incluye el comportamiento ingestivo. Este comportamiento incluye la tasa de bocado y el peso de bocado, los que son afectados según la selección de la dieta y la estructura de la pastura (heterogeneidad vertical y horizontal de la pastura) (Poppi et al., citados por Cangiano, 1997).

En la parte asintótica de la curva, limitan los factores nutricionales, como la digestibilidad de la pastura, tiempo de retención en el rumen y concentración de productos metabólicos en el rumen.

La mezcla puede afectar la curva de respuesta, modificando los factores nutricionales, ya que la inclusión de leguminosas permite al animal cosechar mejor el forraje y digerirlo más rápidamente, lo que determina menor tiempo de rumia con material de mayor calidad (De León, 2007).

Allden y Whittaker (1970), definieron que la cantidad de forraje consumido diariamente es el producto del tiempo gastado en tasa de consumo y pastoreo indicado a través de la siguiente ecuación:

**C = Tiempo Pastoreo (min/d) x Tasa de bocado (bocados/min) x Consumo por bocado (mg MO/kg PV);**

Siendo C el consumo diario de forraje por animal (mg MO/kg PV).

#### 2.8.2.2. Disponibilidad de forraje

La disponibilidad de forraje depende de la altura de la pastura y de la densidad de la misma (Chillibroste, 1998).

Allden y Whittaker (1970) definieron los tres componentes del comportamiento animal mencionados anteriormente, en pasturas templadas, son afectados principalmente por la altura de la pastura, siendo el componente de mayor importancia en el comportamiento ingestivo, el peso de bocado (adaptado de Montossi et al., 1995).

El peso del bocado es muy sensible a variaciones en altura de la pastura, produciéndose disminuciones del mismo frente a reducciones en la altura del forraje cosechado; para compensar dicho fenómeno aumenta el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado. Esto sucede hasta cierto nivel crítico (6 – 8 cm; reducciones muy serias de consumo son alturas de 3 – 4 cm según Montossi et al., 1995), por debajo del cual dichas compensaciones no son suficientes para evitar un disminución en el consumo de forraje diario (Cangiano 1997).

En sistemas de pastoreo continuo hay un punto al que se le denomina altura crítica, el cual marca el máximo consumo posible, por lo que pastoreo a mayor altura no reportan ningún beneficio, pero se produce una caída en la digestibilidad dado que el tapiz avanza su estado de madurez lo que genera caídas en el consumo desaprovechando las ventajas de la mayor disponibilidad de forraje (García 1995, Rovira 2008).

Laca et al. (1992) demostraron en novillos que el peso del bocado fue afectado por la altura y la densidad de la pastura. A igual cantidad de forraje, tapices más altos y ralos generan bocados más pesados frente a un tapiz de especies cortas y densas.

La estructura es un factor muy importante que afecta el consumo, la misma depende de los tipos y proporciones de especies que dominan el tapiz, la edad de la pastura, el manejo del pastoreo y condición de.

#### 2.8.2.3. Calidad de la pastura

En sistema de producción cuya base alimenticia es el forraje, se podría considerar que la mejor pastura es aquella con la que se obtienen las mejores respuestas productivas, condicionada por diversos factores (Cangiano, 1997).

Las diferentes calidades de los forrajes se pueden evaluar mediante producción animal, en condiciones no limitantes siendo la única variable el alimento suministrado.

La calidad del forraje está determinada por el contenido de nutrientes que lo componen. Los mismos son agua, glucosa, ácidos grasos volátiles, calcio, fósforo, etc. Los componentes del alimento que proveen de nutrientes a los animales son proteínas, celulosa, sales minerales y almidón; en rumiantes en pastoreo el aporte de nutrientes que determina un aumento neto en grasa, proteína, hueso y agua será posteriormente cosechado como producto secundario, carne, leche, lana (Cangiano, 1997).

#### 2.8.2.4. Selectividad animal

Los animales pastorean de forma selectiva, pero no está definido claramente los mecanismos de selección o rechazo de un alimento (mecanismo intrínseco).

Montossi et al. (1995) citan a varios autores definiendo los mecanismos de selección animal a través de dos niveles: 1. sitio de pastoreo y 2. localización del bocado durante el pastoreo. El primero refiere a la selección a nivel horizontal de la pastura, pequeñas comunidades vegetales dentro de un potrero, mientras que la selección a nivel de bocado se asocia a la selección individual del bocado en los planos horizontales o verticales de cada pequeña comunidad.

Los rumiantes, en general, prefieren las hojas más que los tallos, y materiales jóvenes y verdes más que tejidos secos o maduros. Cuando hay exceso de forraje y heterogeneidad, ya sea en relación al valor nutritivo y/o estructura, los animales tiene la posibilidad de seleccionar, consumiendo el alimento mas palatable y de mejor calidad (Cangiano, 1997).

En pasturas templadas se ha evidenciado experimentalmente que los animales seleccionan preferentemente las especies leguminosas antes que las gramíneas (Amstrong, Briseño, Boostma, Wildman, citados por Montossi et al., 1995).

En el país, en procesos de engorde intensivos sobre pasturas sembradas, aún en situaciones de altas cargas, se ha observado un comportamiento selectivo en novillos, visualizado en la figura No. 2 (Montossi et al., 1995).

PERIODO	ESPECIES					
	Lotus	Trébol blanco	Festuca	Ralgrás	Malezas	Restos Secos
OTONO- INVIERNO						
Disponible (2.2 t MS/ha)	21	3	54	6	4	12
Rechazo (1.2 t MS/ha)	5	0	28	12	12	43
PRIMAVERA						
Disponible (4.4 t MS/ha)	10	9	41	28	7	5
Rechazo (3.5 t MS/ha)	3	4	50	11	10	22

Figura No. 1. Variaciones en la composición botánica (%) de una pastura bajo pastoreo en otoño – invierno y primavera (dotación: 3.3 novillos de sobreaño/ha, Risso y Cibils, citados por Montossi et al., 1995).

Distel et al., citados por Cangiano (1998), consideran que si el forraje presenta poca variabilidad en calidad, el rumiante seleccionará por mayor cantidad de forraje tendiendo a aumentar la tasa de consumo.

#### 2.8.2.5. Carga animal

La disponibilidad de grandes volúmenes de forraje no es la única condicionante de una óptima eficiencia de uso, para esto hay que ajustar la cantidad de animales por superficie.

Carámbula (1981) define la carga animal como carga promedio (kilos totales de unidad animal/números totales de hectáreas pastoreadas) o como carga instantánea o densidad de área.

Rovira (2008) la define como la cantidad promedio de animales por unidad de superficie, cubriendo un periodo de tiempo. Se utiliza cuando el valor es mayor que uno (animales/hectárea). Si no se expresa el tipo de animales que se pastorea, esta definición es inútil ya que esta definición no tiene en cuenta los requerimientos de los animales. El concepto de dotación, transmite la idea de cuantos animales caben, pero no de cómo están comiendo.

El número adecuado de animales es el factor de mayor peso relativo, por sus efectos directos y por la interacción que se observa con otras estrategias de manejo sobre la producción de pasturas (Cangiano, 1998).

Para lograr máximas producciones por hectárea, se debe evitar una defoliación severa que provoque una disminución de crecimiento en la pastura, pero a su vez, sea lo suficientemente intensa para que la eficiencia de cosecha sea alta, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia. Si bien es deseable una alta eficiencia de cosecha, debe cuidarse que esto no implique un consumo por animal que afecte el desempeño animal (Cangiano, 1998).

La carga óptima se puede definir como aquella donde se maximizan la cosecha de energía y la eficiencia de conversión del forraje producido por una pastura dada en forma sustentable en el tiempo.

Se observa una correlación negativa entre la dotación y la ganancia individual, esto debe a que al disminuir la carga el animal aumenta la selectividad del alimento, consumiendo así material de mayor valor nutritivo.

En pastoreos con bajas dotaciones la principal limitante son problemas metabólicos. La disminución de la actividad del pastoreo con altas cargas puede estar dada por la dificultad de prensión, principalmente cuando se trata de forraje corto (Jamieson y Hodgson, 1979).

En el corto plazo, la calidad del forraje aumenta al aumentar la intensidad del pastoreo, y al disminuir la cantidad del forraje; mientras que en el largo plazo la calidad dependerá de si se producirá o no un remplazo de las especies sembradas y la calidad de las mismas (Cangiano, 1998).

#### 2.8.2.6. Comportamiento animal en pastoreo

Los animales libres cumplen una serie de actividades comprendidas por: pastoreo (pisoteo), rumia, descansan, beben agua, y excretan heces y orina.

##### Tiempo de pastoreo

El tiempo de pastoreo está muy influenciado por los requerimientos del animal, cantidad y calidad del forraje, ritmo en que come y el tamaño de cada bocado. Siendo los periodos de máximo consumo el amanecer y atardecer del día, y normalmente pastorean de 7 a 10 horas por día, pero en situaciones donde el forraje disponible sea escaso el periodo se extiende al igual que el número de bocados que aumenta pero el consumo por hora disminuye (Rovira, 2008).

##### Rumia y descanso

La rumia se produce, principalmente durante la noche y la mayor intensidad se da al anochecer; el tiempo dedicado por el animal a este proceso es alrededor de tres cuartas partes del tiempo de pastoreo, pero puede variar de acuerdo a la calidad y cantidad de dieta consumida. Se realiza generalmente cuando los animales están echados (Rovira, 2008).

El periodo más largo de la actividad echados es durante la noche. (Arnold, citado por Rovira, 2008).

##### Pisoteo

Este efecto genera depresión de la pastura, ya que resulta en un daño mecánico de la planta donde macollos y vástagos son desgarrados de la corona y los tallos y las hojas machacadas. Esto se deba a que la producción de forraje se reduce por el pisoteo animal asociado a una mayor dotación (Langer, 1981).

En el suelo también ocurren procesos de pérdida resultante de la permeabilidad a los gases y al agua, generando compactación, y este daño se agrava aún más cuando la humedad del suelo se encuentra en o sobre la

capacidad de campo de almacenaje de agua (pastoreos con falta de piso) (Langer, 1981).

Existen especies más tolerantes al pisoteo debido al hábito de crecimiento, estoloníferas y rizomatosas tienden a ser más tolerantes, en contraposición aquellos pastos que contienen corona o no y son erectos son muy susceptibles al pisoteo (Beguet y Bavera, 2001).

### Deyecciones

Las deyecciones tienen un efecto local sobre la calidad, producción, palatabilidad y composición botánica de las pasturas. El forraje que se encuentra debajo de la bosta es altamente rechazado por periodos prolongados de tiempo (2 meses).

Se arrojan resultados sobre el retorno del nitrógeno a partir de heces y orina al suelo. Los mismos indican que como mínimo el 72% del N ingerido es devuelto al sistema mediante deyecciones. La orina es la vía predominante de retorno de N de la dieta (Montossi et al., 1995).

También se excretan otros elementos de importancia como lo son el fósforo y el potasio. El fósforo es devuelto al suelo a través de las heces, principalmente, mientras que el potasio es por la orina.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. CONDICIONES GENERALES DEL EXPERIMENTO

##### 3.1.1 Descripción experimental

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” de Facultad de la Agronomía, Universidad de la República ubicada en Ruta 3 km 363, Dpto. de Paysandú, durante el periodo invierno-primavera (24/06/13 al 12/11/13) en el potrero No. 35. Los suelos corresponden a la unidad San Manuel según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay 1/1.000.000, perteneciente a la formación geología Fray Bentos. Los suelos dominantes son Brunosoles Eútricos Típicos y los asociados pertenecen a Brunosoles Eútricos Lúvicos y Solonetz solodizados melánicos, cuyas texturas corresponden a limo-arcillosa, limosa y franca respectivamente.

##### 3.1.2. Antecedentes del área experimental y manejo de la pastura

La pastura compuesta por *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* y *Festuca arundinacea*, fue sembrada el 30 de mayo del 2010, a una densidad de 15 kg/ha de festuca, 8 kg/ha de lotus y 2 kg/ha de trébol blanco. Originalmente la mezcla incluía *Paspalum notatum* cv. Pensacola y *Paspalum dilatatum* con densidades de siembra de 15 y 45 kg/ha respectivamente; dichas especies no fueron exitosamente implantadas, por lo que actualmente no están presentes en la mezcla.

La mezcla fue implantada sobre un rastrojo de soja, con un tiempo de barbecho de 40 días con aplicación de glifosato (5 lts/ha – 480 g IA). El método de siembra usado para la gramínea fue siembra directa en línea, mientras que las leguminosas fueron sembradas al voleo.

Se fertilizó a la siembra con 150 kg/ha de 7-40-0. En cuanto a las refertilizaciones, en mayo del 2011 se aplicó 100 kg/ha de 18-46-0 con dos agregados posteriores de 70 kg/ha de UREA, uno en julio y otro en agosto de dicho año. El tercer año se re fertilizó con 100 kg/ha de 18-46-0 el 3 de mayo 2012 y luego se aplicó 70 kg/ha de UREA en julio y en agosto.

En mayo del 2013 se aplicó 70 kg/ha de UREA en los bloques 2 y 3; en julio se re fertilizaron todos los bloques con 100 kg/ha de 7-40-0 y 70 kg/ha de UREA.

Para el control de maleza se aplicó en agosto del 2010 13 g/ha de Clorsulfuron para el control principal de *Bowlesia incana*, también se aplicó 350 cc/ha de Flumetsulam en mayo del 2011 y en mayo del 2012 se aplicó 1,2 l/ha de 2,4DB.

Durante el período de evaluación se aplicó Flumetsulam 350 cc/ha en el bloque 2 y 1,2 l/ha de 2,4DB en el mes de julio a todos los bloques.

### 3.1.3. Tratamientos

El experimento consiste en 3 bloques, subdivididos en 3 parcelas cada uno, donde cada parcela posee un tratamiento distinto. Los tratamientos son diferentes dotaciones animales, en UG/ha el tratamiento de 4 animales equivale a 0,87, el de 7 animales a 1,52 y el de 10 animales a 2,2 novillos respectivamente, de 2 a 3 años de 409 kg promedio.

El bloque 1 tiene una superficie de 8,2 ha, el bloque 2 son 2,6 ha y el bloque 3 corresponden a 3,0 ha. La representación esquemática del potrero se observa en la figura No. 4.

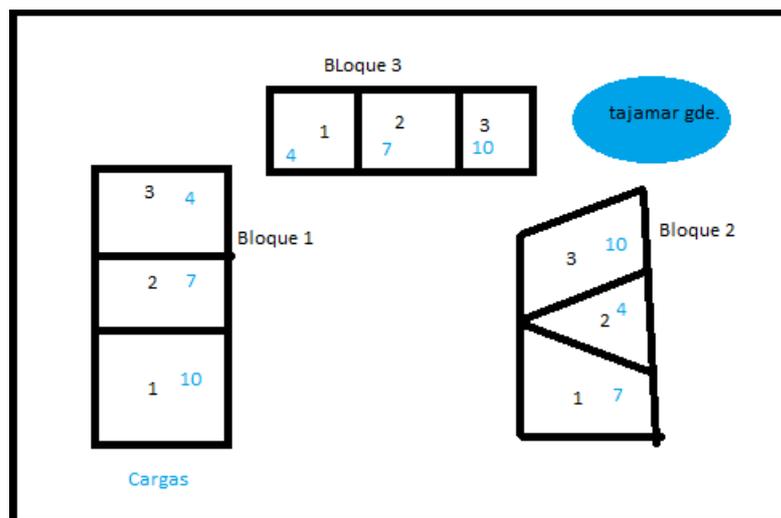


Figura No. 2. Croquis del área experimental

Cuadro No. 1. Dotación animal del experimento

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
Parcela 1	3,7	8,1	4,0
Parcela 2	2,6	4,6	7,0
Parcela 3	1,5	11,5	10,0

Cuadro No. 2. Descripción de las estaciones de pastoreo

	Periodo	Fecha	Duración del periodo (días)
1º ciclo de pastoreo	invierno	24/06 - 04/08	41
2º ciclo de pastoreo	inv. – prim.	05/08 - 29/09	55
3º ciclo de pastoreo	primavera	30/09 - 11/11	43

### 3.2. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En la etapa de campo, se procedió a medir altura del forraje, la materia seca, la composición botánica y proporción de suelo desnudo. Esto se hizo antes de cada pastoreo, correspondiente al disponible, y a luego de retirados los animales, el remanente. También se registró la evolución de peso vivo animal, pesando los mismos cada 60 días aproximadamente.

#### 3.2.1. Variables estudiadas

##### 3.2.1.1. Forraje disponible y remanente (kg/ha MS)

La disponibilidad de materia seca en kg/ha es la cantidad de materia seca presente antes del comienzo del pastoreo.

El remanente es la cantidad de materia seca en kg/ha que queda (presente) luego de finalizado el pastoreo.

La determinación de las variables antes mencionadas se realizó a través del método de doble muestreo.

Para medir el disponible se determinó por apreciación visual una escala de 5 puntos según la heterogeneidad de la pastura, realizándose 3 repeticiones por cada punto de la escala. Previo al corte de cada punto de escala se determinó la altura de la pastura mediante tres mediciones dentro del rectángulo en forma diagonal en la hoja verde más alta que toca la regla.

El muestreo consistió en la realización de cortes a 1cm del suelo, utilizando una tijera de aro y cuadros de 50 por 20cm, de cada uno de los puntos de la escala y a su vez tres repeticiones por punto de escala. Se obtuvieron un total de 15 muestras las cuales se pesaron obteniendo el peso fresco y luego de 48 horas en estufa de aire forzado a 60 °C se obtuvo el peso de materia seca. Este procedimiento fue realizado para cada tratamiento por separado.

Para la medición del remanente se llevó a cabo un procedimiento similar, con la excepción de que se determinó por apreciación visual una escala de tres o cinco puntos dependiendo de la heterogeneidad de la pastura, realizándose para el primer caso 5 repeticiones por cada punto de la escala.

Previo y posterior a cada pastoreo se determinó la escala promedio mediante la realización de 40 observaciones por parcela, además se cuantificó la altura promedio de la misma según la metodología descrita en el ítem 3.2.1.2, utilizándose el promedio de éstas determinaciones para realizar el cálculo de la cantidad de forraje disponible o remanente.

Luego de obtener la cantidad de materia seca de cada punto de escala y la altura de la pastura, se procedió al cálculo de la disponibilidad de forraje por hectárea. Con los datos obtenidos se ajustó la ecuación de regresión entre altura de la pastura en cm y kg/ha de MS, y entre valor de escala visual y kg/ha de MS, determinándose cuál de las ecuaciones tenía mayor coeficiente de determinación con la disponibilidad. Con la función obtenida se procedió al cálculo de la disponibilidad de forraje por hectárea, utilizándose los promedios de altura y de escala de cada parcela y sustituyéndolos en la función. El mismo procedimiento se realizó para estimar el remanente. Debido a la mayor correlación entre altura y biomasa se tomó este parámetro para calcular la cantidad de biomasa disponible y remanente.

#### 3.2.1.2. Altura del forraje

Dicha variable se refiere a la altura promedio en cm del forraje previo al pastoreo y luego del mismo.

Se determinó conjuntamente con la composición botánica de cada parcela mediante 40 determinaciones por parcela en forma de zig-zag, midiendo la altura del forraje al centro del rectángulo registrando la altura en el punto más alto que la hoja verde tocara la regla.

#### 3.2.1.3. Composición botánica

Esta variable se refiere a la contribución en biomasa de las diferentes especies que componen la mezcla, además de malezas presentes y proporción de suelo desnudo.

La determinación de esta variable se realizó a través del método botanal. Para dicha composición se procedió a tirar el rectángulo 40 veces por parcela. Luego se medía la altura al centro del mismo y se contabilizaba el porcentaje de *Festuca arundinacea*, porcentaje de leguminosas (*Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*), porcentaje de malezas que estaban presentes y porcentaje de restos secos.

Este procedimiento se hizo antes y después de cada pastoreo durante todo el periodo de evaluación.

#### 3.2.1.4. Suelo desnudo

Esta variable fue evaluada en este año, siendo que se trata de una pastura de 4to. año, donde la baja persistencia de algunos de los componentes de la mezcla genera lugares descubiertos de suelo.

Se midió visualmente junto con la composición botánica, o sea, al momento de evaluar los porcentajes anteriormente descritos, se cuantificó también porcentualmente esta variable.

#### 3.2.1.5. Peso animal

El peso de los animales fue registrado cada 60 días en promedio, siendo los mismos pesados en ayuno por la mañana con balanza electrónica.

Las pesadas se realizaron el 27 de mayo, 06 de agosto, 09 de octubre y el 29 de noviembre.

### 3.2.2. Variables determinadas

#### 3.2.2.1. Forraje producido

Se estima como la diferencia entre la materia seca disponible del pastoreo actual y el forraje remanente sobrante del pastoreo anterior, ajustando este valor por el crecimiento diario del forraje durante el pastoreo.

Se determina mediante los resultado obtenidos de materia seca antes y luego de cada pastoreo.

#### 3.2.2.2. Forraje desaparecido

Se refiere a la materia seca desaparecida durante el pastoreo, y se calcula como la diferencia de forraje entre los kilos disponibles y remanentes, ajustados por el crecimiento durante los días de pastoreo.

#### 3.2.2.3. Tasa de crecimiento

Esta variable se define como los kilogramos por ha por día que crece una pastura; y se cuantifica como la cantidad de materia seca que es producida por día durante el tiempo transcurrido entre dos pastoreos sucesivos.

#### 3.2.2.4. Ganancia de peso diaria

Se calcula como los kilos por animal ganados diariamente durante el periodo de pastoreo.

Se calcula dividiendo la producción de peso vivo durante todo el periodo experimental, lo que sería, peso vivo final menos peso vivo inicial y luego sobre la cantidad de días que duro el periodo experimental.

#### 3.2.2.5. Producción de peso vivo por hectárea

Es la cantidad de kilos de peso vivo animal producidos por hectárea durante el periodo de pastoreo y se calcula como la ganancia de peso individual durante todo el periodo de evaluación.

### 3.3. HIPÓTESIS

#### 3.3.1. Hipótesis biológicas

- Existen diferencias en la producción de forraje según los distintos tratamientos (efecto de la dotación animal)
- Existen variaciones en la composición botánica de la pastura según los diferentes tratamientos.
- Existen variaciones en la producción de carne (kg/ha PV) y ganancia media individual (kg/an/d) según los diferentes tratamientos.

#### 3.3.2. Hipótesis estadísticas

- $H_0: T_1=T_2=T_3=0$
- $H_a$ : al menos un efecto del tratamiento es distinto de 0.

### 3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para dicho punto se realizó el análisis de varianza entre tratamientos (ANAVA) distribuido en bloques completamente al azar (DBCA), con separación de medias según LSD de Fisher, al 10% de significancia.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

Siendo:

Y: corresponde a la variable de interés

$\mu$ : es la media general

$T_i$ : efecto de i-ésimo tratamiento,  $i=1, 2, 3$

$B_j$ : es el efecto de j-ésimo bloque,  $j=1, 2, 3$

$\epsilon_{ij}$ : es el error experimental  $i=1, 2, 3$

$j=1, 2, 3$

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. DATOS METEOROLÓGICOS

En la figura No. 5 se muestran las precipitaciones correspondientes a la serie histórica de 1980 – 2009 y las del año transcurrido la evaluación, es importante recalcar que no sólo se debe considerar las precipitaciones en los meses del periodo estudiado sino que también la acumulación de agua por parte del suelo (capacidad de acumular una lámina de 117mm) es dependiente de las precipitaciones de los dos meses anteriores a comenzar el periodo de estudio (abril y mayo) ya que pueden afectar el desempeño posterior de las especies.

Las lluvias totales registradas para la serie histórica 1980 – 2009 fueron 1238,6 mm, mientras que en el año 2013 las mismas fueron de 1008,7 mm, dándose las máximas precipitaciones en el mes de abril en 1980-2009 y en mayo en el 2013, siendo estas últimas muy superiores a las máximas registradas en la serie histórica. Las mínimas precipitaciones en el año 2013 fueron en junio, casi nulas, a diferencia de años anteriores donde las mínimas se registraron en agosto siendo estas superiores a las del 2013.

Las precipitaciones acumuladas hasta el mes de junio fueron de 698,5 mm para los años 1980 – 2009 y 648.7 mm en el año 2013, esto indica que el suelo tiene menos agua almacenada al comienzo del periodo de evaluación comparado con los datos históricos, es importante destacar el déficit de precipitaciones de junio, pero el mismo fue atenuado por las abundantes precipitaciones del mes anterior (mayo).

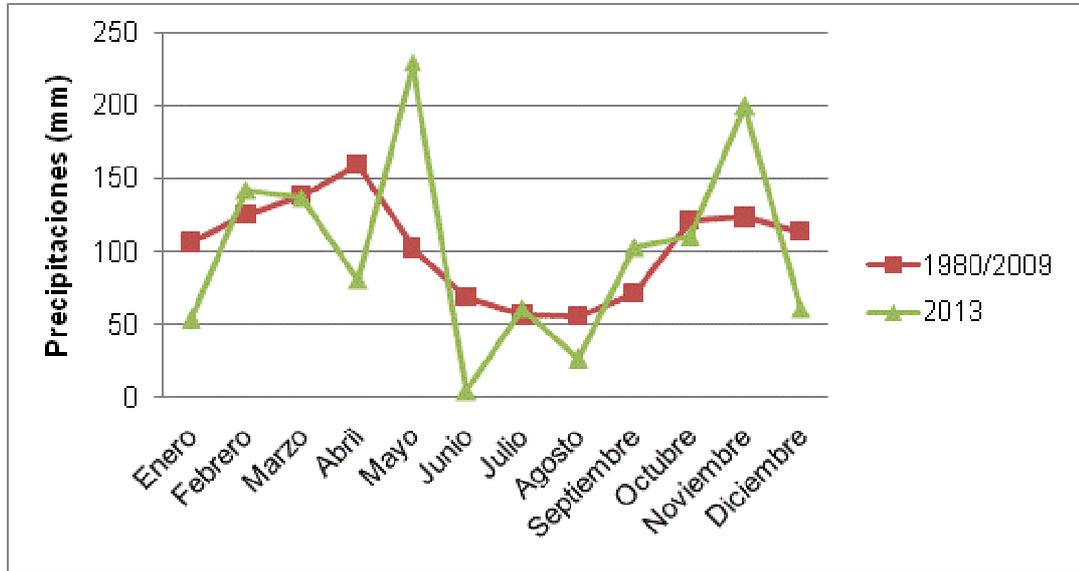


Figura No. 3. Precipitaciones mensuales (mm) en la serie histórica 1980-2009 y durante el año 2013

En la figura No. 6 se puede observar el comportamiento de las temperaturas promedio del aire de la serie histórica y del periodo de evaluación. Se ve un comportamiento muy similar entre las dos curvas.

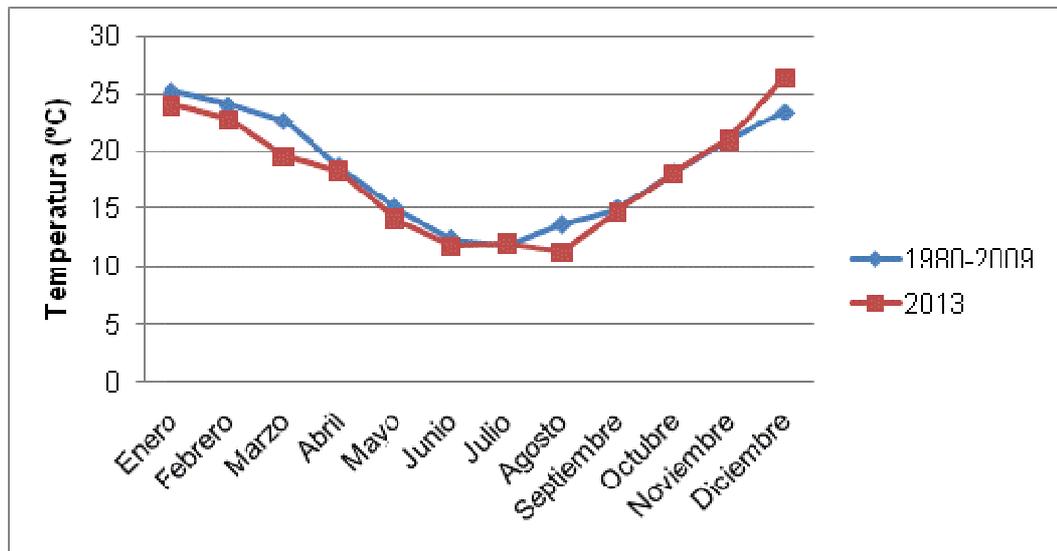


Figura No. 4. Temperaturas del aire (°C) promedio para la serie histórica 1980 – 2009 y para el año 2013

Según Carámbula (2002), el rango óptimo de temperaturas para un correcto desempeño de las especies C3 es de 15 – 20°C. Según los registros de temperatura para dicho año hay meses en que las temperaturas superan o no alcanzan este rango, siendo los meses de enero y diciembre (meses que no corresponden al periodo en estudio) superiores al rango óptimo y junio, julio y agosto inferiores al mismo. Esto puede suponer limitantes de rendimiento para las especies que componen la mezcla.

En cuanto a las mínimas y máximas temperaturas promedio de los diferentes meses del periodo evaluado, tanto del periodo 1980 - 2009 como del año 2013, se observa que tienen un comportamiento semejante, registrándose unos grados más de temperatura en diciembre del 2013 y unos grados menos en agosto del 2013, ver figura No. 7.

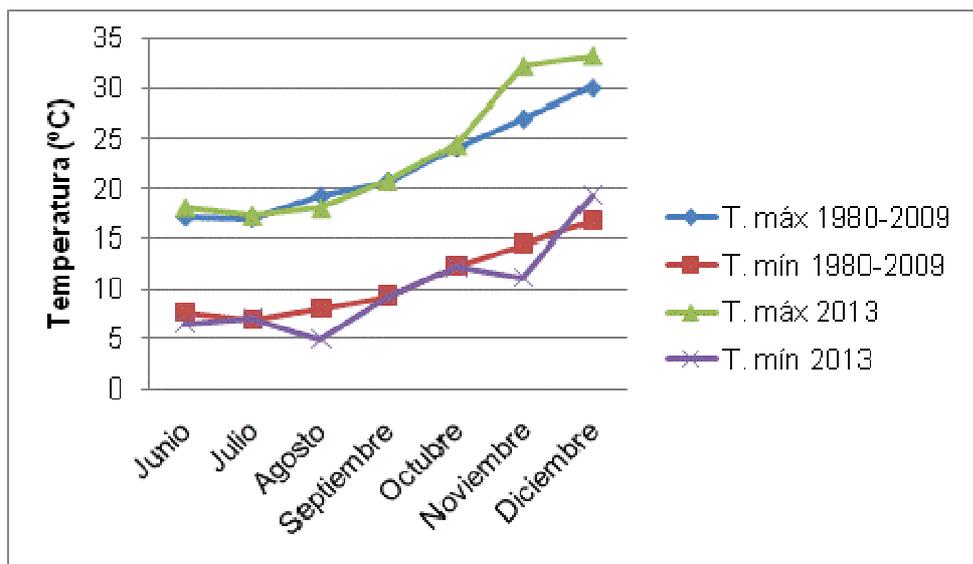


Figura No. 5. Temperaturas máximas y mínimas (°C) para los meses del periodo en evaluación de la serie histórica 1980 - 2009 y para el año 2013

A partir de los registros de precipitaciones y temperaturas se puede concluir que el año 2013 presentó una particularidad en el mes de junio donde las precipitaciones fueron de 4,6 mm y las temperaturas estuvieron 2,6°C por debajo del rango óptimo mencionado, lo que puede afectar la producción de la pastura.

## 4.2. PARÁMETROS DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA PASTURA

### 4.2.1. Materia seca disponible

A continuación se presentan los datos de cantidad de materia seca disponible (kg/ha) de los diferentes tratamientos.

Cuadro No. 3. Materia seca media disponible por tratamiento y diferencias significativas entre los mismos

Tratamiento	Media (kg/ha)	
10 novillos	2105,4	A
07 novillos	2205,1	A
04 novillos	2336,1	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,10$ ) (ver anexo No. 1).

En el cuadro anteriormente presentado (cuadro No. 3), se observa que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, la materia seca disponible no varió según la dotación animal. Esto puede explicarse por causas metodológicas del experimento, como ser errores de diseño experimental y/o de muestreo, ya que en el bloque tres existe una gran variabilidad ambiental dado que el mismo tiene una ladera baja y una ladera alta donde lo ideal sería crear un cuarto bloque para disminuir esas diferencias. Otras fuentes que originan estas no variaciones entre tratamientos pueden ser ambientales como las de origen climático, dado por lluvias y temperaturas, o edáficos (suelo); también están las variables propias de la pastura en las cuales se destaca la edad, al ser una pastura de 4to. año su comportamiento productivo no es tan estable ni predecible como en pasturas más jóvenes.

En la figura No. 8 se presenta el forraje disponible por tratamiento según las diferentes estaciones de pastoreo.

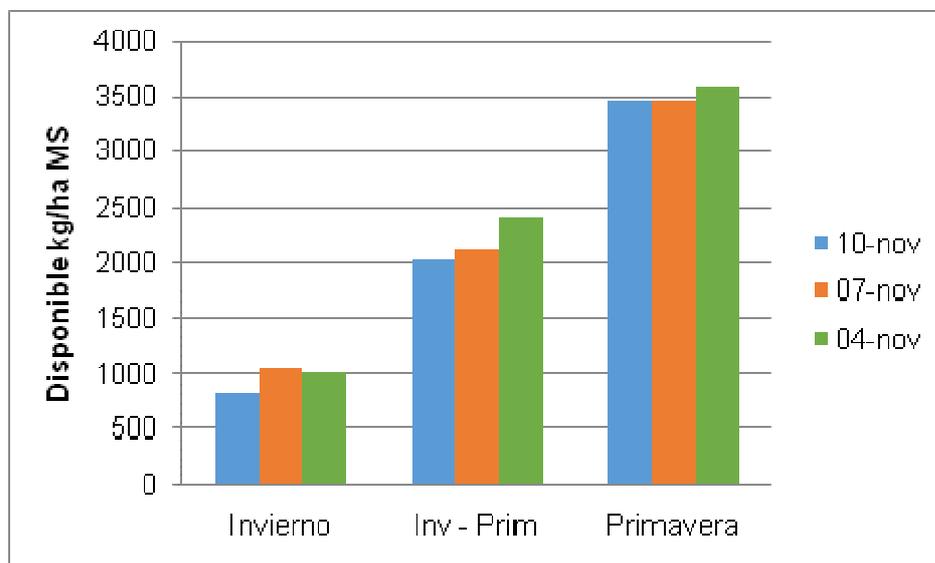


Figura No. 6. Materia seca media disponible (kg/ha MS) por tratamiento según la época de pastoreo. Invierno: del 24 de junio al 05 de agosto; inv. – prim: del 05 de agosto al 30 de setiembre y primavera corresponde al 30 de setiembre al 12 de noviembre

Se establecieron diferencias de forraje disponible en las distintas estaciones de pastoreo. La mayor disponibilidad de forraje, se observó en primavera y el mínimo en invierno. Esto coincide con lo explicado en la revisión bibliográfica, donde la temperaturas optimas para crecimiento y desarrollo oscilan entre 15 – 20 °C, pudiendo registrarse temperaturas optimas en la estación primavera, y siendo muy inferiores a este rango en invierno, además de otras variables que afectan el comportamiento de la pastura.

En cuanto a la situación climática del año en cuestión, las temperaturas tuvieron un comportamiento similar a las tendencias históricas (figura No. 6); sin embargo el comportamiento hídrico tuvo tendencias diferentes a la de la serie histórica, comenzando con una alta disponibilidad hídrica en el suelo por altas precipitaciones de los meses de abril y mayo, para luego las mismas situarse por debajo de los registros históricos en el periodo Invernal. El periodo invierno – primaveral acompañó la tendencia mientras que en el periodo primaveral las precipitaciones excedieron las medias normales históricas (figura No. 5), esto puede ser causa de las similitudes entre los diferentes tratamientos y las diferencias estacionales de forraje, ya que puede además haberse resentido un poco la producción de forraje en el periodo invernal, por un déficit hídrico.

El siguiente gráfico (figura No. 9), muestra la tendencia del forraje disponible, lo que se corresponde con lo anteriormente presentado (figura No. 8).

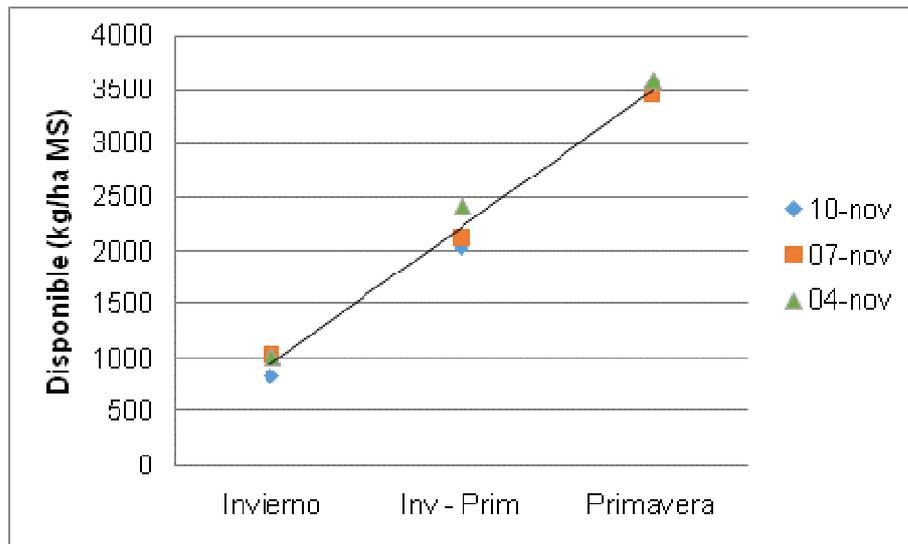


Figura No. 7. Evolución de la disponibilidad de la materia seca (kg/ha) promedio según la estación de crecimiento

Se observa como la cantidad de MS disponible por ha aumenta linealmente desde el primer pastoreo (1000 kg/ha MS) hasta el tercero (3500 kg/ha MS). Cada pastoreo corresponde a una estación, siendo el primero coincidente con el invierno y el último con la primavera, entonces se puede afirmar que la tendencia es explicada por el comportamiento de la pastura en la diferente estación del año, también por el pasaje al estado reproductivo, además del efecto de la variable climática, como fue mencionado anteriormente.

Los resultados obtenidos no coinciden con lo descrito por Folgar y Vega (2013), Cairús y Regusci (2013). Lo presentado por dichos autores son los resultados del mismo experimento en la misma estación pero un año antes, o sea, la pastura en su tercer año. En dichas tesis se exponen diferencias entre los tratamientos extremos, es decir, entre el tratamiento con 4 animales y con 10 animales, presentando mayor disponibilidad de MS el tratamiento con menor dotación y menor disponibilidad el que tiene mayor dotación animal.

Comparando los resultados obtenidos con los del período estivo – otoñal también se encontraron diferencias marcadas. Según Cabrera et al. (2013) los tratamientos mostraron diferencias significativas entre sí en lo que refiere a

disponibilidad en pastoreo, la cual fue mayor a medida que disminuían el número de animales.

Analizando los resultados de otros autores en años anteriores, si se continuara la tendencia, debería haber diferencias entre los tratamientos, al menos entre los de 4 y 10 animales. Esto se explicaría a partir de que la pastura es sometida a un pastoreo menos intenso en los tratamientos de menor carga, por lo que queda mayor área foliar remanente y por lo tanto mayor área fotosintéticamente activa que permite una mejor recuperación y rebrote de la pastura. La diferencia entre tratamientos debería ser más acentuada aún en el período invernal ya que dadas las condiciones imperantes de la época la recuperación de la pastura sería más lenta y los efectos del sobrepastoreo más prolongados en el tiempo.

Las diferencias en disponibilidad de forraje según el momento en que se pastorea tampoco coinciden con los trabajos anteriormente mencionados. Según Folgar y Vega (2013) la cantidad de forraje disponible es mayor en invierno y luego decrece en los siguientes pastoreos, esto explicado porque en el primer pastoreo (invierno) hubo una acumulación de forraje previo al inicio del experimento ya que las parcelas estuvieron cerradas en mayo; además en el último pastoreo (primavera) se contabilizó hasta el 15 de noviembre.

Lo expuesto por Cairús y Regusci (2013) también difiere con los resultados obtenidos pero son similares a lo de los otros autores, donde la máxima disponibilidad se dio en invierno dado por un efecto de fertilización y acumulación de forraje previo.

La fertilización realizada en mayo de 2013 tal vez no tuvo un efecto tan marcado como en años anteriores debido a las altas precipitaciones ocurridas en dicho mes, además de la alta acumulación de agua que venía dándose desde el mes de abril y a una menor cantidad de plantas de las especies sembradas que limitó dicha respuesta.

#### 4.2.2. Materia seca remanente

A continuación se presentan los resultados obtenidos de forraje remanente por tratamiento y estación de pastoreo, además de su evolución.

Cuadro No. 4. Materia seca media remanente por tratamiento y diferencias significativas entre los mismos

Tratamiento	Media (kg/ha)	
10 novillos	1344,6	a
07 novillos	1313,1	a
04 novillos	1616,4	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,10$ ) (ver anexo No.2).

Los resultados presentados en el cuadro No. 4 muestran que no hubieron diferencias significativas entre los tratamientos, similar a lo ocurrido en la materia seca disponible, también explicado por las causas expuestas en dicha sección: causas experimentales, ambientales y de la pastura.

Estos datos no concuerdan con lo presentados por Cabrera et al. (2013) ya que el período de evaluación del experimento y la edad de la pastura son diferentes. Según dichos autores todos los tratamientos varían entre ellos explicado porque a medida que baja la dotación, la oferta de forraje supera en mayor magnitud la demanda de los animales, quedando un mayor excedente frente a mayor cantidad de animales por tratamiento.

Cairús y Regusci (2013), también encontraron diferencias entre los tratamientos explicando que a mayor oferta de forraje por animal mayor será el remanente.

Lo esperado sería lo expuesto por los autores mencionados anteriormente, esto no ocurrió en lo evaluado en el año 2013, en el período invierno – primavera. Se puede deber a que en el tratamiento de 4 animales no se cubría la demanda de los mismos, por lo que el remanente está fuera del alcance animal, por lo que es algo obvio que en los tratamientos con 7 y 10 animales la demanda no va a cubrirse, quedando el mismo remanente que en el tratamiento 4, esto se reflejará mejor en el desempeño animal.

En el siguiente gráfico se observa como varía el forraje remanente por tratamiento según la estación en la cual se pastorea.

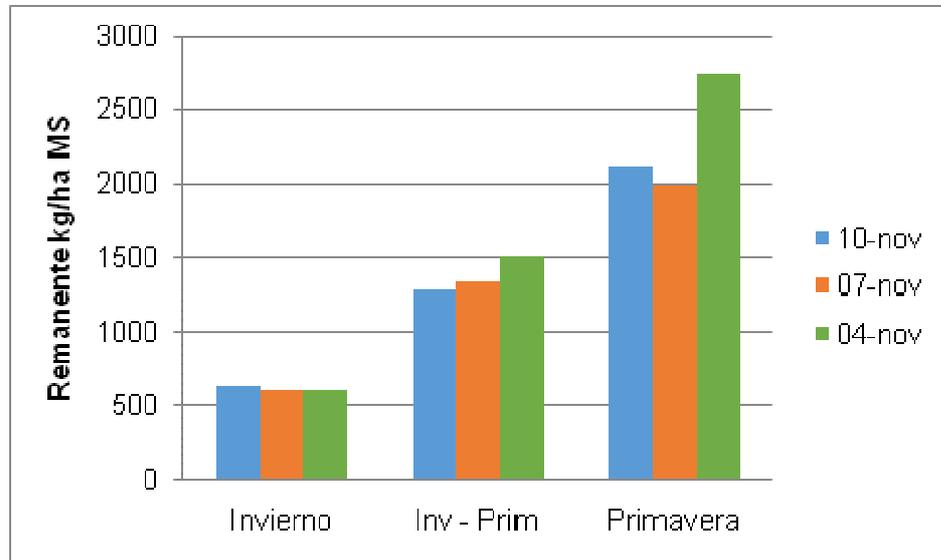


Figura No. 8. Materia seca remanente (kg/ha) de cada tratamiento según la estación del año durante la cual se pastorea

A partir de los datos graficados (figura No. 10) se concluye que el menor remanente se encuentra en el pastoreo de invierno, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos, y el máximo remanente en primavera. Este comportamiento, al igual que sucede en el forraje disponible, se debe a la estación de crecimiento de la pastura y las condiciones ambientales siendo más óptimas en primavera que en invierno.

En comparación con lo expuesto por Folgar y Vega (2013), los resultados difieren, dado que en la evaluación realizada en el 2012 en el período invierno – primaveral, el forraje remanente en invierno se encontraba influenciado por un alto disponible al inicio del trabajo experimental, si concuerdan que entre los tratamientos no se obtuvieron diferencias significativas entre ellos en las diferentes y en una misma estación.

El forraje remanente del invierno corresponde aproximadamente a 600 kg/ha MS, mientras que en primavera fue de 2300 kg/ha MS, esto se debe a que el forraje disponible con el que se entra a pastorear varió, consumiendo en promedio siempre un 37% del forraje disponible. A continuación se ilustra la evolución del forraje remanente durante el periodo experimental.

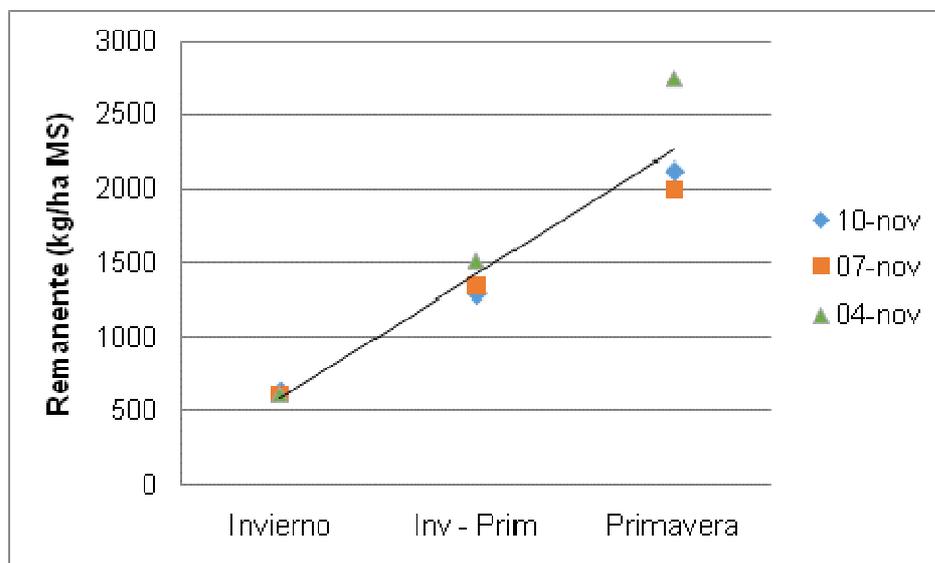


Figura No. 9. Evolución del forraje remanente promedio de los diferentes tratamientos (kg/ha MS) de acuerdo a la estación de crecimiento

Se observa como el forraje remanente aumenta desde el invierno, primer pastoreo, hacia la primavera, dada una mayor disponibilidad de forraje en el último pastoreo. El consumo animal en el primer pastoreo correspondiente, fue de 351 kg/ha MS limitado por una baja disponibilidad, mientras que en el pastoreo de primavera el consumo fue de 1212 kg/ha MS dadas las mayores disponibilidades.

#### 4.2.3. Altura del forraje disponible y remanente

A continuación se presenta la información en cuanto a altura disponible y remanente del forraje, según los diferentes tratamientos.

A partir del análisis estadístico, los resultados arrojados demuestran que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, tanto en altura disponible como en remanente, con una probabilidad de error de 0,10.

Si se encontraron diferencias en la altura disponible entre las diferentes estaciones de pastoreo (cuadro No. 5).

Cuadro No. 5. Altura del forraje disponible (cm) por estación en función de los diferentes tratamientos (ver anexo No. 5)

Período	10 novillos	07 novillos	04 novillos	Promedio
Invierno	13,0	15,3	15,3	14,5
Inv. – prim	14,5	15,1	16,9	15,5
Primavera	23,4	23,3	24,1	23,6

La mayor altura de entrada al pastoreo se registró en primavera, y la mínima en invierno. En los pastoreos correspondientes a invierno – primavera y primavera, la altura disponible se encuentra dentro de los rangos (15 – 20 cm) recomendados por Carámbula (2002), lo que no impide que se limite el consumo animal. En el pastoreo de invierno, la altura de entrada se encuentra en el límite de lo recomendado.

En la altura de salida del pastoreo, remanente, la misma varió solamente en el último pastoreo.

Cuadro No. 6. Altura del forraje remanente (cm) por estación en función de los diferentes tratamientos (ver anexo No.7)

Período	10-nov	07-nov	04-nov	Promedio
Invierno	10,5	10,3	10,8	10,6
Inv – Prim	9,3	10,3	11,3	10,3
Primavera	15,1	14,4	18,9	16,1

Si se observan las alturas remanente, se aprecia que la altura es más alta que la recomendada, generando más desperdicios por senescencia y en primavera la floración anticipada. Como se observó en la revisión bibliográfica, la altura recomendada óptima de pastoreo en especies postradas es de 2.5 cm y en especies erecta entre 5 a 7,5 cm en promedio (Carámbula, 2002).

La similitud entre los tratamientos puede explicarse porque el que tiene mayor cantidad de animales (10) no consume por debajo de esta altura dada la calidad del forraje o el tipo de material que compone la pastura (alto porcentaje de malezas), sobre todo en la estación primaveral generando mayor rechazo.

Otra explicación de que las alturas remanentes sean altas puede deberse a que se ingresó al pastoreo con la altura adecuada, y el tiempo en días de pastoreo y/o las condiciones del ambiente permitieron una recuperación de la

misma. Si vamos a fisiología, la tasa de crecimiento fue mayor por mejores condiciones de luminosidad, temperatura y precipitaciones por lo que el periodo de descanso debió ser menor o la carga mayor en todos los tratamientos y en especial en el de 4 novillos.

En el gráfico presentado a continuación se comparan las alturas de entrada y salida según el tratamiento.

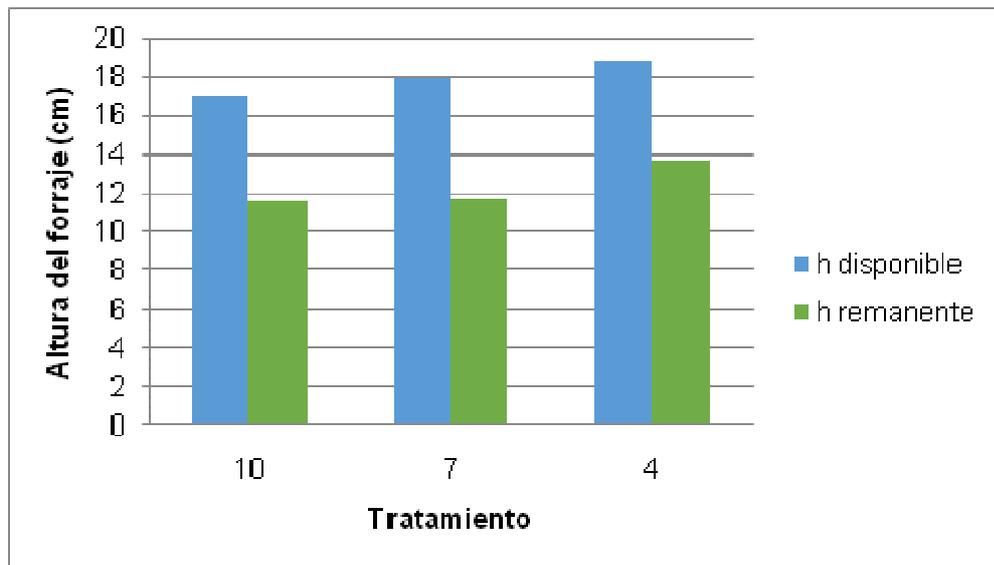


Figura No. 10. Altura disponible y remanente (cm) en función de los diferentes tratamientos (ver anexo No.6 y 7)

Entre los tratamientos para altura disponible no se encontraron diferencias estadísticamente significativa, al igual que entre los tratamientos para la altura remanente. Si existen diferencias entre la altura disponible y remanente en cada tratamiento.

Estos datos concuerdan con lo expuesto por Cairús y Regusci (2013), donde tampoco se encontraron diferencias entre los distintos tratamientos y donde la altura disponible siempre fue mayor que la del remanente.

En cambio, para Cabrera et al. (2013) los tratamientos se diferenciaron significativamente tanto en altura disponible como en remanente. La altura disponible fue mayor en el tratamiento con menor número de animales, dado que a menor dotación animal hay una menor intensidad del pastoreo lo cual le permite a la pastura atravesar un periodo de descanso suficiente como para recuperar las reservas utilizadas, rebrotando de forma más rápida con mayor producción de forraje, además que los animales consumen a voluntad, lo que

permite una altura mayor del remanente, un factor importante a recalcar es el periodo de evaluación, ya que este fue realizado durante el verano - otoño.

A continuación se presenta gráficamente la relación entre la materia seca disponible y la determinación que existe entre altura y MS, representado por tratamiento. El gráfico corresponde a todo el periodo de evaluación (figura No. 13)

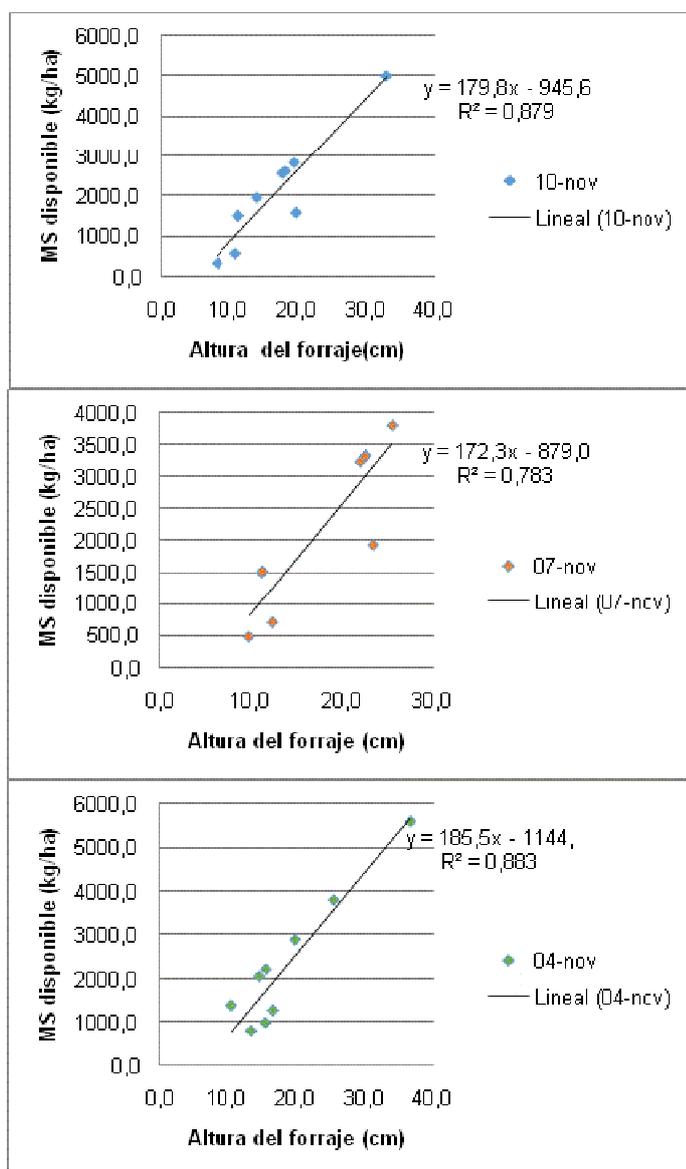


Figura No. 11. MS disponible (kg/ha) en función de la altura disponible (cm)

Para todos los tratamientos se observó que a mayor altura del forraje hay mayor disponibilidad de MS, con altas determinaciones del orden de 0,8, esto es lógico ya que a mayor altura mayor es el peso y volumen, por lo tanto hay más forraje. Esta correlación nos permite determinar mediante la altura la disponibilidad de forraje en determinado momento. También pudo haber estado condicionado por la densidad, pero en este caso no sucedió así lo que confirma que la densidad de la pastura no era limitante en ninguno de los tratamientos.

#### 4.2.4. Forraje desaparecido

En el siguiente cuadro se presenta la información del forraje desaparecido promedio y total en kg de materia seca por ha, según el tratamiento.

Cuadro No. 7. Forraje desaparecido en kg/ha MS por tratamiento

Tratamiento	Forraje desaparecido promedio (kg /ha MS)	Forraje desaparecido total (kg /ha MS)
4 novillos	719,7 a	2159,0
7 novillos	892,0 a	2676,1
10 novillos	760,8 a	2282,5

Medias con una misma letra no presentan diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ ) (ver anexo No. 3).

El forraje desaparecido no presentó diferencias significativas para los diferentes tratamientos. Esto se debe posiblemente a que en todos los casos, los animales consumían el máximo del forraje disponible. En el tratamiento con menos animales probablemente los mismos hubieran consumido ad libitum y en los restantes tratamientos, los animales estuvieran en situación de restricción del forraje.

Se ve que el forraje desaparecido total es igual estadísticamente en los 3 tratamientos, lo que coincide con lo anteriormente expuesto.

Estos datos concuerdan con los datos de Folgar y Vega (2013), donde tampoco hubo diferencia significativas entre los tratamientos, dado porque los animales que componen los diferentes tratamientos, eran cambiados de bloques cuando todas las parcelas llegaban un remanente de 5 cm de altura de forraje.

El gráfico a continuación, muestra claramente como es el comportamiento del forraje disponible y desaparecido según la cantidad de animales (tratamiento) ya explicado en el cuadro No. 7.

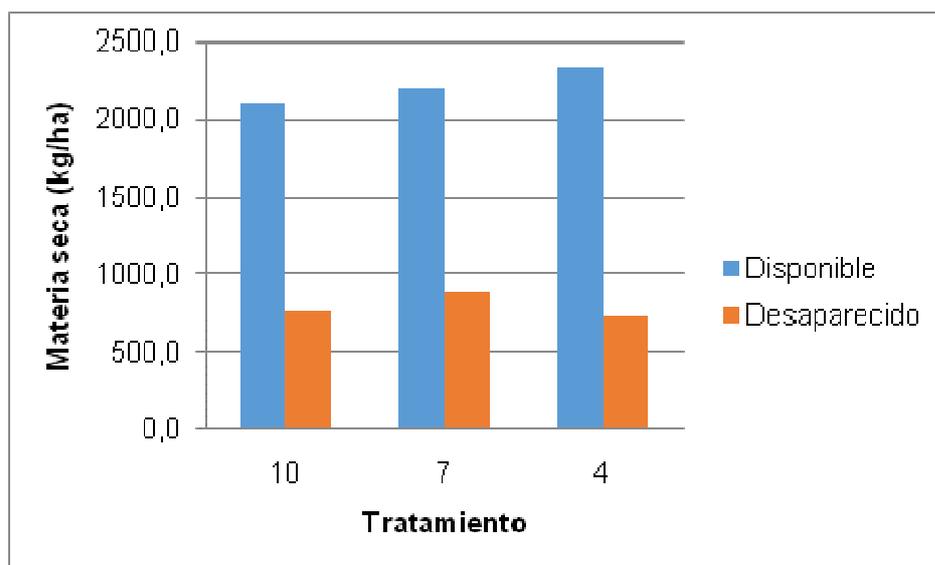


Figura No. 12. Forraje disponible y desaparecido (kg/ha MS) por tratamiento (ver anexo No. 1 y 3)

Pese a un aumento en la carga animal, el forraje desaparecido (consumido más lo perdido en el proceso de senescencia, pisoteo etc.) no varió (ver figura No. 14). Esto no se corresponde a lo expresado por Cangiano (1997) que sugiere que frente a un aumento de forraje por animal se aumente la carga para obtener así una mayor utilización, obteniendo un mayor valor del forraje desaparecido.

Los procesos de crecimiento y senescencia son parcialmente antagónicos y puede darse que la producción de forraje sea poco sensible a los cambios en defoliación por lo tanto la producción y utilización del forraje sean similar (Cangiano ,1997).

En cuanto al porcentaje de forraje desaparecido se presentan los datos obtenidos en el cuadro siguiente, calculados porcentualmente, además del dato de altura promedio del forraje utilizada para los tratamientos.

Cuadro No. 8. Forraje desaparecido expresado porcentualmente y por altura promedio según los diferentes tratamientos (ver anexo No.4 y 5)

Tratamientos	% Desaparecido	Altura utilizada
4	30,5 a	5,1
7	37,9 a	6,2
10	36,2 a	4,6

Medias con una misma letra no presentas diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ ).

En el porcentaje de desaparecido tampoco hay diferencias significativas entre los tratamientos, debido probablemente a lo explicado anteriormente; esto no coincide con lo que plantea Cangiano (1997) el cual afirma que un aumento en la presión de pastoreo produce un aumento en la eficiencia de forraje. La principal explicación de los resultados obtenidos es que el máximo consumo del forraje se logra en el tratamiento con 4 animales, utilizando también lo máximo posible, por lo que cargas mayores (7 y 10 animales) obligatoriamente van a consumir lo mismo.

La razón de tan bajo porcentaje de desaparecido puede deberse a que las especies, dada la edad de la pastura, están más adaptadas a pastoreos intensos lo que genera hábitos más postrados con lo cual mucha cantidad de material vegetal escapa al diente animal, lo que impide ser consumido. A esto Cangiano (1997) agrega que especies forrajeras tienen plasticidad fenotípica frente a aumentos en la presión de pastoreo, modificando su morfología y estructura para mantener un crecimiento constante. Probablemente suceda que la especie más consumida sea la festuca, ya que posee menores mecanismos homeostáticos dado su porte erecto que trébol blanco, en el cual la producción neta no es afectada en demasía por la carga, salvo en casos extremos.

Los resultados de la evaluación de la misma pastura bajo las mismas condiciones experimentales Cairús y Regusci (2013), Folgar y Vega (2013) coinciden con lo obtenido en el presente trabajo, donde no se encontraron diferencias significativas en cuanto al forraje desaparecido y el porcentaje de desaparecido. Si hay diferencias en cuanto al porcentaje de utilización, para Cairús y Regusci (2013), el mismo estuvo en el orden del 50%, valor lógico y que corresponde a la época de pastoreo.

#### 4.2.5. Producción de materia seca

##### 4.2.5.1. Tasa de crecimiento

En la figura No. 15, se ven las diferentes tasas de crecimiento medidas en kg por ha de MS, según las diferentes estaciones de pastoreo en el periodo de evaluación para los correspondientes tratamientos.

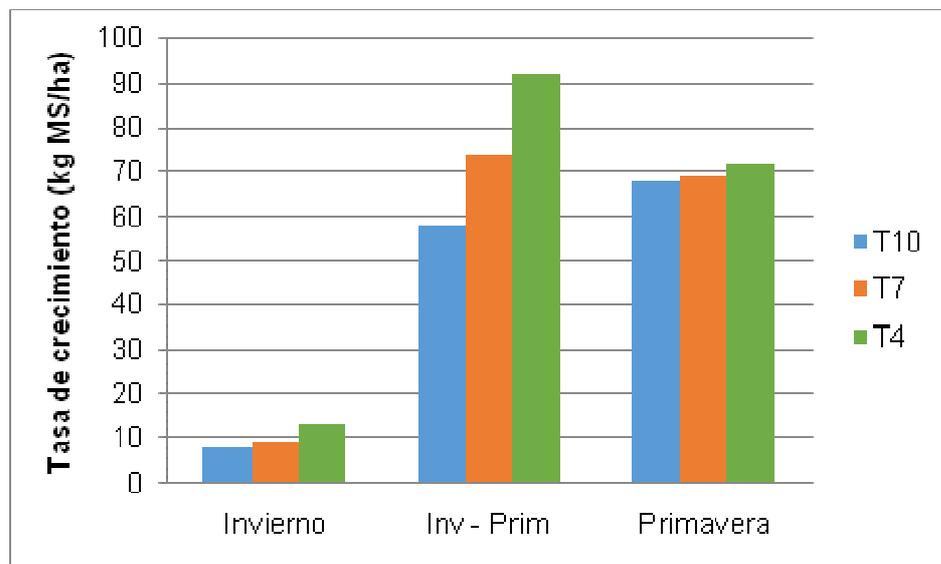


Figura No. 13. Evolución de la tasa de crecimiento de la pastura en el periodo experimental (ver anexo No. 11)

Las tasas de crecimiento variaron según la estación en la cual se pastoreaba, siendo mínima en el invierno en el entorno de 10 kg/ha MS por día, en la transición de invierno-primavera fue de 74,5 kg/ha MS por día y en primavera de 69 kg/ha MS por día.

Entre los tratamientos no hubo diferencias significativas en cuanto a la tasa de crecimiento, o sea, en promedio todos los tratamientos presentaron la misma tasa de crecimiento, se refleja en el cuadro No. 9. Entre las diferentes estaciones si hay una gran variación, principalmente con el periodo de invierno donde se registraron las menores tasas de crecimiento.

Cuadro No. 9. Tasa de crecimiento del forraje durante el periodo evaluado según tratamiento (ver anexo No. 10)

Tratamiento	TC (kg/ha MS)
4	56,3 a
7	51,9 a
10	45,8 a

Medias con una misma letra no presentas diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

La variación de la tasa de crecimiento por estación se debe a las condiciones del ambiente, principalmente por agua, temperatura y radiación y a el estado fisiológico en que están las especies (floración en el caso de la primavera). Durante el invierno del 2013 las temperaturas estuvieron dentro de los rangos promedios registrados en dicha estación, exceptuando las muy bajas temperaturas ocurridas en agosto; las precipitaciones, en cambio, estuvieron por debajo de lo normal lo que puede haber resentido aun más la tasa de crecimiento de la pastura. Las máximas tasas de crecimiento registradas en el período invierno-primaveral se deben al gradual aumento de la temperatura (rango óptimo 15 – 20 °C) y precipitaciones normales. En primavera la tasa de crecimiento, fueron inferiores a las de invierno-primavera. Esto puede ser explicado por un efecto de fertilización, ya que las condiciones ambientales en primavera fueron optimas. En el mes de julio se realizó una fertilización con urea y 7-40-0, la cual dada la situación de escasas precipitaciones del invierno (junio – agosto), el efecto de la misma se observó en el periodo invierno-primavera (setiembre).

Comparando con los resultados de Cairús y Regusci (2013), Folgar y Vega (2013), tampoco encontraron diferencias significativas entre los tratamiento pero si entre las tasas de crecimiento de las distintas estaciones del periodo experimental. El máximo crecimiento registrado por estos autores fue en Invierno, dada las fertilizaciones invernales, altas precipitaciones, períodos de menos días de pastoreo en primavera dado que el trabajo de campo culminó el 15/11, además de animales de mayor tamaño que en invierno consumen más, lo que determinó menor recuperación de la pastura.

#### 4.2.5.2. Producción de forraje

En el siguiente cuadro se presenta la producción de forraje, medida en kg MS por ha en función de los diferentes tratamientos.

Cuadro No. 10. Producción de forraje en kg/ha de MS según tratamiento, realizado a partir del crecimiento ajustado (ver anexo No. 12)

Tratamiento	Prod. forraje (kg/ha MS)
4	7576,3 a
7	7206,7 a
10	6334,2 a

Medias con una misma letra no presentan diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

En cuanto a la producción de forraje, tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, si entre la producción estacional, como se ilustra gráficamente en la figura No. 16.

Cabe destacar que la producción de materia seca fue elevada, ya que comparando con la producción del año anterior del mismo periodo (Cairús y Regusci, 2013) la misma fue en promedio de 6900 kg/ha MS.

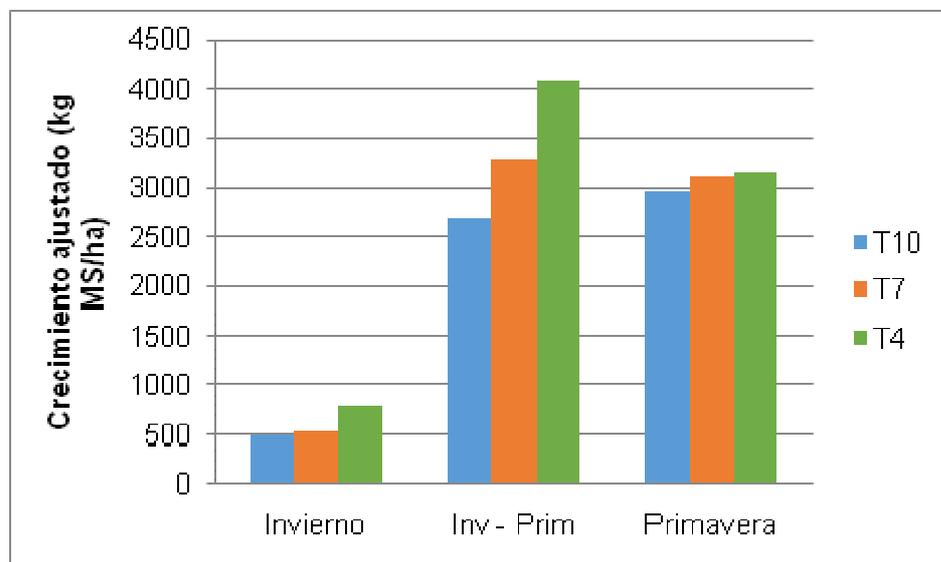


Figura No. 14. Producción de forraje por tratamiento según el periodo de pastoreo (ver anexo No. 13)

La máxima producción de forraje fue en el periodo invierno – primavera, y la mínima en invierno. Comparado con la primavera, el periodo invierno - primaveral posiblemente mostró mayores crecimientos dado que los días de evaluación fueron más (cuadro No. 2), además que la fertilización realizada en julio de 100 kg/ha de 7-40-0 y 70 kg/ha de UREA provocó mayor producción de forraje que se vio en el período invierno – primaveral. Las condiciones de temperaturas en el periodo primaveral fueron optimas (19,5°C dentro del rango ya mencionado) pero las precipitaciones se ubicaron por encima de las normales pudiendo interferir en la producción de forraje debido a menor radiación solar incidente por predominancia de días más nublados.

Esto coincide con lo obtenido por Folgar y Vega (2013), donde tampoco hubo diferencia entre tratamientos, y donde los mayores crecimientos se registraron en invierno – primavera, sin embargo el crecimiento en invierno fue mayor que en primavera por lo explicado en la sección, 4.2.5.1, tasa de crecimiento.

#### 4.2.6. Composición botánica

En esta sección se analizaran los resultados obtenidos sobre la composición de la pastura en cuanto a las especies sembradas: *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, además de malezas, especies no sembradas, restos secos y la cantidad de suelo desnudo.

##### 4.2.6.1. Composición botánica del forraje disponible

En los gráficos a continuación se describe la cantidad de materia seca disponible de acuerdo a las diferentes fracciones que componen el tapiz vegetal de la pradera, para los diferentes tratamientos (figura No. 17) luego se ilustra en la figura No. 18, la evolución en el periodo de estudio, del porcentaje de contribución de gramíneas (festuca), leguminosas (trébol blanco y lotus), malezas (todas las especies no deseadas en la pastura y/o poco productivas) y restos secos para cada tratamiento.

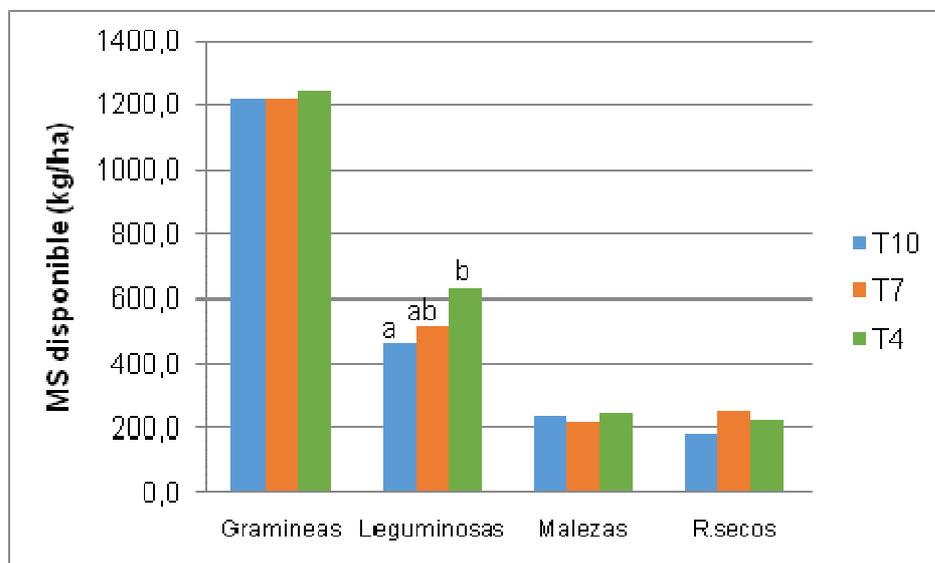


Figura No. 15. Disponibilidad (kg/ha MS) de los diferentes componentes de la pastura según los distintos tratamientos. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,10$ ) (ver anexo No. 14.5, 14.6, 14.7, 14.8)

Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los tratamiento para las fracciones de gramíneas, malezas y restos seco, ocurriendo lo contrario para la fracción de leguminosas. Para la materia seca disponible de leguminosas los tratamientos 10 y 4 fueron significativamente diferentes, mientras que el 7 no se diferencia del 4 y el de 10 animales.

Se observa que la mayor contribución en la materia seca disponible, está dada por las gramíneas (festuca), aproximadamente 1200 kg /ha MS, siendo muy homogéneo en todos los tratamientos. Las leguminosas son la siguiente fracción con peso en la contribución del forraje disponible, donde se encontraron variaciones entre los tratamientos, existiendo una mayor contribución en el tratamiento con menos animales (600 kg /ha MS vs 400 kg /ha MS). Las malezas y restos secos, son las que se encuentran en menor proporción como es deseable que sea, Carámbula (2002) definió distintos grados de enmalezamiento para mezclas forrajeras pero hasta su tercer año, el mismo en una mezcla de festuca + trébol blanco, en una escala del 1 al 100, para octubre fue de 7. Comparando con lo obtenido, enmalezamiento del 12%, el mismo es mayor pero estamos comparando con una pradera de tercer año.

El menor aporte de las leguminosas sembradas, frente a la gramínea predominante, se debe a la persistencia de las mismas, que es determinada por las condiciones climáticas imperante o enfermedades que hacen que se pierdan

al avanzar la edad de la pastura; esto ocasiona un desbalance entre las proporciones gramíneas y leguminosas, favoreciendo a la primera. El sistema radicular de la festuca es más extendido y profundo lo que le permite mayor adaptación al pastoreo y sobrevivencia a lo largo de los años, a diferencia del trébol blanco cuyo sistema radicular es más superficial lo que es una desventaja para dicha especie en pastura de esta edad (4to. año); si se destaca su gran adaptación al pastoreo que fue lo que permitió su alta supervivencia y que se observara en alta proporción en los diferentes momentos de muestreo, a diferencia del lotus, el cual se encontraba en bajas proporciones posiblemente dada la época de estudio y problemas sanitarios como enfermedad de corona que comprometieran su supervivencia.

Por otro lado, las diferencias significativas entre tratamientos para leguminosas a favor de menor dotación estaría relativizando el concepto de mayor mecanismo homeostático del trébol blanco expresado anteriormente en el ítem 4.2.4.

Lo afirmado por Carámbula (2002), coincide con lo que sucedió y se observó en esta pastura de 4to. año, donde las mezclas de paraderas de más de 3 años son generalmente dominadas por gramíneas, gramillares y posibles especies subespontaneas. Generalmente muestran exceso de forraje seco en descomposición y carencia de nitrógeno por esto es muy importante en esta pastura conocer la capacidad de respuesta a la aplicación de nitrógeno, la cual fue clara en la aplicación de fertilizante en julio que luego en el periodo invierno – primaveral se pudo observar una respuesta importante de aumento en producción de forraje (sección 4.2.5.1. y 4.2.5.2 tasa de crecimiento y producción de forraje).

En cuanto a la evolución de los diferentes componentes (figura No. 18), el comportamiento fue muy similar con tendencias crecientes del porcentaje de gramíneas, el porcentaje de restos secos a penas disminuye y el porcentaje de malezas tiende a mantenerse en el tiempo.

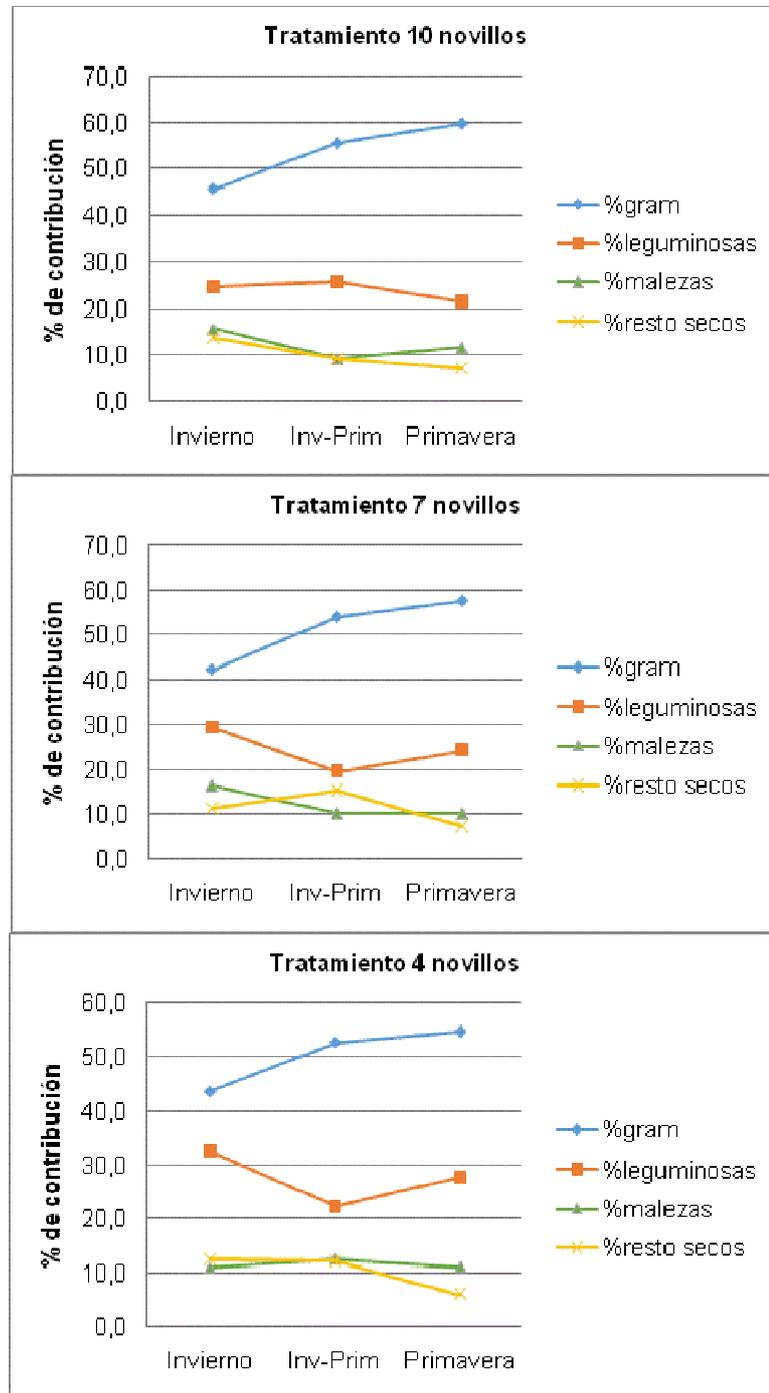


Figura No. 16. Evolución de la proporción relativa de los componentes de las pastura en los 3 tratamientos

Entre estaciones la tendencia del porcentaje de gramíneas es a aumentar, debido a la mejora de condiciones ambientales, aumentos de temperatura dentro del rango óptimo para esta especie (15 – 20 °C) y mejores condiciones de luminosidad.

El porcentaje de leguminosas en los 3 tratamientos tiende a disminuir, pero el comportamiento estacional es diferente entre ellos. En el tratamiento con 10 novillos, el porcentaje de leguminosas decae en la última estación de pastoreo, probablemente por el menor aporte de lotus que no se encuentra en proporciones significativas, además de una menor cantidad de trébol blanco en comparación a los restantes tratamientos. Esta disminución, además de la menor contribución de leguminosas en dicho tratamiento, se debe al pastoreo intenso a lo largo de los años (alta carga), generando una baja supervivencia en el lotus, especie estival, y también menor persistencia del trébol blanco comparado con los otros tratamientos. También puede existir un efecto de competencia por parte de la festuca, la que está más adaptada al pastoreo y tiene mayor capacidad de recuperarse en esta época luego de ser pastoreada.

En los tratamientos de 4 y 7 novillos las leguminosas disminuyen a partir del primer pastoreo de invierno, probablemente a que la pastura estuvo cerrada anteriormente por lo que buena parte del trébol blanco pudo recuperarse, pero luego disminuye, tal vez porque los días de rotación de las parcelas no alcanzó para su óptima recuperación. También puede haber sucedido en alguna parcela (principalmente en las del bloque 1) que el manejo del pastoreo en la estación de invierno – primavera y primavera no haya sido el óptimo para el trébol, lo que genera el pasaje de vegetativo a reproductivo disminuyendo así su contribución (cuando se diferencia el meristemo a reproductivo se inhibe el crecimiento vegetativo, no se comporta como estolonífero).

Otra posible explicación de porque las leguminosas disminuyen a partir del primer pastoreo puede ser la selectividad animal, ya que las leguminosas son la fracción más apetecible de la mezcla, lo que genera un descenso en la contribución (Carámbula, 2002).

En cuanto a la evolución de las malezas, el mayor porcentaje de las mismas se registro temprano en el invierno, probablemente por una mayor contribución de malezas estivales, con alta presencia de *Setaria geniculata*, *Digataria sanguinalis*, *Verbena litoralis*, *Sida rhombifolia* (P), *Conyza bonariensis*, y *Eragrostis lugens*, enmalezamiento típico de dicha estación, dada también por la baja competencia que ejerció la pastura durante el período estival lo que determinó una mayor incidencia de las malezas respecto a años anteriores. Luego el porcentaje de malezas parece disminuir hacia invierno – primavera y permanecer constante, debido a una sustitución del enmalezamiento estival por uno de carácter invernal, donde se destacó la

presencia de: *Bowlesia incana*, *Cerastium glomertum*, *Stellaria media*, *Cardos*, *Anthemis cotula*, *Oxalys sp.* (P).

En las pequeñas diferencias en la tendencia del porcentaje de restos secos entre los tratamientos pueden deberse tal vez, a la intensidad de pastoreo que genera un mejor aprovechamiento de la pastura disminuyendo los restos secos. Si bien fue poco intenso el pastoreo y el % de desaparecido fue bajo, porcentualmente los restos secos tendieron a disminuir, pero si lo llevamos a valor absoluto no se presentaron diferencias estadísticas (restos secos en disponible).

Almada et al. (2007) en una evaluación realizada sobre una pradera de 1º año, conformada por *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, constataron niveles notoriamente superiores de la fracción gramíneas, siendo esta el principal constituyente del forraje para el pastoreo animal. Las leguminosas no superan nunca el 10% del total de la materia seca total, debido al bajo vigor inicial y lento establecimiento. Los restos secos y malezas son despreciables siendo que no alcanzan el 1% de la materia seca total dada la joven edad de la pastura.

Comparando con el trabajo realizado por Cairús y Regusci (2013) de la misma pradera pero evaluada un año antes (pradera de 3er. año) en el mismo período de evaluación, las gramíneas también fueron las que contribuyeron en mayor proporción en la pastura pero su comportamiento se mantuvo estable, o sea, no varió dicha proporción según la estación de pastoreo; el mismo comportamiento presentaron las leguminosas, que tampoco fluctuaron en el tiempo de evaluación, fueron en segundo lugar las que más aportaron al forraje disponible. El porcentaje de restos secos se asemejó a los resultados obtenidos, encontrándose entorno al 10% del forraje disponible, presentando variaciones más pronunciadas según el pastoreo. En cuanto a la fracción de malezas, la misma se encontró en menor proporción, no superando el 10%, a diferencia de lo obtenido recientemente (figura No. 17).

El trabajo realizado por Souza y Presno (2013) para una pradera de 3er. año de festuca, trébol blanco y lotus corniculatus pastoreada en invierno y primavera con distintas cargas animales, la evolución composición botánica fue muy similar a la descrita anteriormente, donde la mayor fracción la compone las gramíneas, luego las leguminosas, con un menor aporte que los registrados por Cairús y Regusci (2013) aproximadamente 15%. Las malezas y resto secos presentan proporciones similares a las obtenidas.

#### 4.2.6.2. Composición botánica del forraje remanente

A continuación se muestran los resultados obtenidos sobre la composición botánica de la materia seca remanente en kg/ha. Entre los tratamientos tampoco se observaron diferencias significativas en cada fracción estudiada.

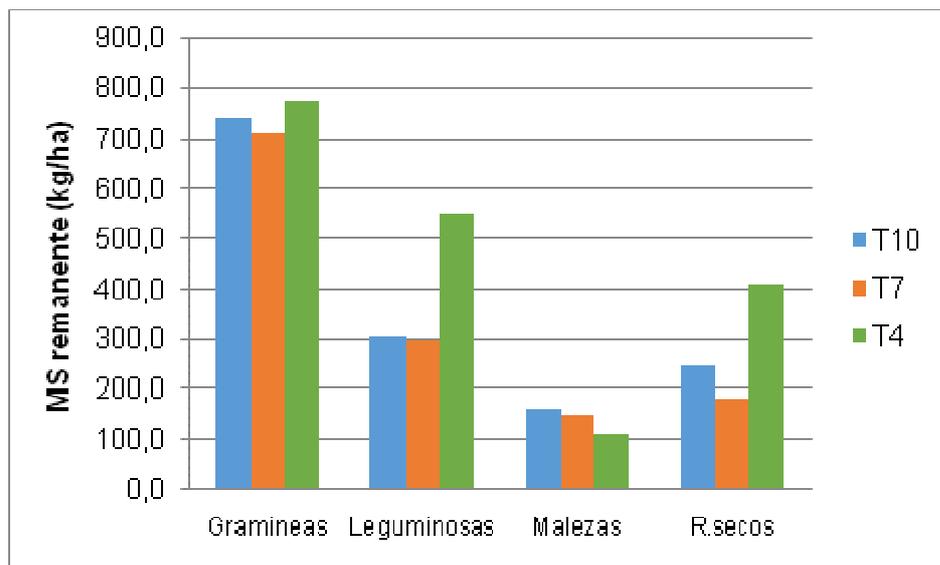


Figura No. 17. Composición botánica del forraje remanente (kg/ha MS) según los diferentes tratamientos (14.13, 14.14, 14.15)

Como en el caso de la composición botánica disponible (sección 4.2.6.1.) la fracción que mayor aporte al forraje remanente es la de gramíneas, luego leguminosas y por último maleza. En gramíneas la cantidad desaparecida es aproximadamente de 500 kg/ha MS, en leguminosas 200 kg/ha MS y malezas disminuyó 100 kg/ha MS. En malezas esa disminución puede deberse a la senescencia de las especies estivales y menor remplazo por invernales.

La mayor cantidad de gramíneas se debe a la festuca, ya que es la especie predominante en el tapiz de esta pastura, además de que las tasas de crecimiento son elevadas debido a su ciclo invernal, lo mismo sucede con el trébol blanco. También cabe destacar que la festuca, dado su mayor persistencia por menores problemas de enfermedades y adaptación al pastoreo, fue predominante en todos los tratamientos.

#### 4.2.6.3. Comparación de la composición botánica entre el forraje disponible y remanente

En la figura No. 20 se observa la composición botánica del forraje disponible y remanente. Se ve que el porcentaje de contribución de las distintas fracciones se corresponden entre disponible y remanente, es decir, que la fracción más alta y la más baja, en el disponible también lo fue en el remanente.

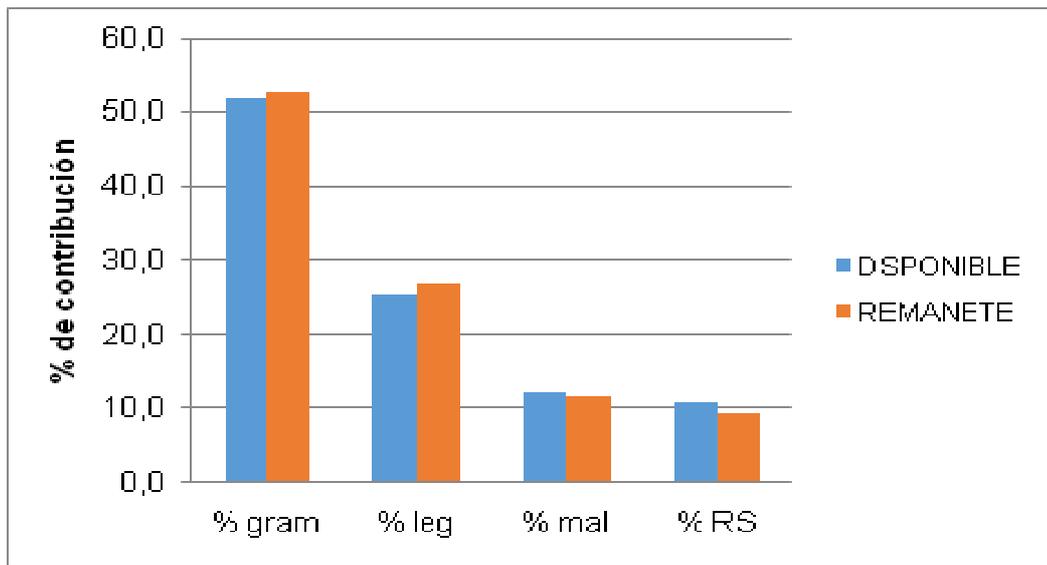


Figura No. 18. Contribución porcentual de las diferentes fracciones para forraje disponible y remanente (ver anexo No. 14.1, 14.2, 14.3, 14.4, 14.9, 14.10, 14.11, 14.12)

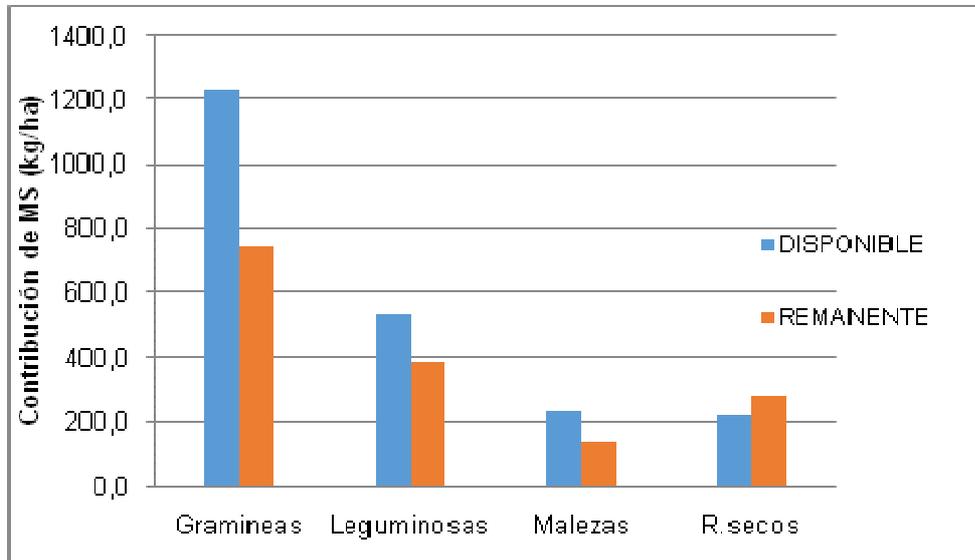


Figura No. 19. Kg/ha MS de las diferentes fracciones para forraje disponible y remanente (ver anexos No. 14.5, 14.6, 14.7, 14.8, 14.13, 14.14, 14.15)

La mayor contribución siempre estuvo dada por las gramíneas, *Festuca arundinacea*, luego por las leguminosas y por último malezas y restos secos, como es dable esperar.

#### 4.3. PARÁMETROS DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL

En esta sección se analizarán y explicarán los datos obtenidos sobre el desempeño animal de los individuos que componen los diferentes tratamientos. Se estudiará como un sistema netamente pastoril, donde la oferta de forraje es el principal factores que afecta el consumo animal y por ende las variables estudiadas.

Las variables estudiadas que afectan el desempeño animal son el peso vivo (kg animal), las ganancias medias individuales y por hectárea y la evolución de los mismos durante el período de evaluación.

En el cuadro No. 11, presentado a continuación, muestra el comportamiento del peso vivo animal promedio por tratamiento al inicio y fin del periodo de evaluación.

Cuadro No. 11. Ganancia de peso total (kg PV/animal) en el periodo según el tratamiento

Tratamiento	Peso inicial (kg PV)	Peso final (Kg PV)	Ganancia (kg PV/animal)
10 novillos	394	582	188
7 novillos	418	623	204
4 novillos	430	653	222

Los datos reflejados en el cuadro No. 11 detallan los pesos vivos de los animales, utilizando los datos de las pesadas. El cuadro No. 12 refleja los datos corregidos, usando como covariable el peso de inicio, a los efectos de que las diferencias de ganancias individuales y por hectárea se deban exclusivamente al efecto de los tratamientos y no al peso de inicio de pastoreo.

Cuadro No. 12. Ganancia de peso total corregido estadísticamente (kg PV/animal) según el tratamiento

Tratamiento	Peso inicial (kg PV)*	Peso Final (kg PV)	Ganancia (kg PV/animal)
10 novillos	409	596 a	187 a
7 novillos	409	614 b	205 b
4 novillos	409	632 b	223 b

\*El peso inicial es el mismo ya que se corrigió para evitar diferencias de dicho origen en los parámetros de desempeño animal.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,10$ ) (ver anexos No. 15.1 y 15.2).

Se pueden observar diferencias significativas entre los pesos finales promedios de los animales que componen el tratamiento 10 con respecto a los del tratamiento 4 y 7; los primeros resultaron más livianos, con menor peso final y menor ganancia individual (también diferentes estadísticamente con los restantes tratamientos) dados las mayores cargas. Las diferencias entre los tratamientos se originan en las ganancias del segundo pastoreo como se ve en el cuadro No. 13.

Cuadro No. 13. Ganancias individuales promedios de los pastoreos según tratamiento

Ganancias progresivas	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo
4	78	96 a	50
7	84	81 ab	40
10	81	70 b	36
Ganancias acumuladas	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo
4	78 a	173 a	223 a
7	84 a	165 ab	205 a
10	81 a	151b	187 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,10$ ) (ver anexo No. 15.2).

Cairús y Regusci (2013) obtuvieron resultados con diferencias significativas entre las ganancias medias totales para los tres tratamientos: menor ganancia para el tratamiento con mayor presión de pastoreo, intermedia para el tratamiento medio y mayor ganancia donde hubo menor carga.

Los periodos que hace referencia el cuadro No. 13 corresponden al intervalo de días ocurrido entre pesadas. El primer periodo es de 71 días, el segundo de 64 días y el último de 51 días.

En el cuadro No. 13 se observa el porqué de las diferencias de ganancias individuales entre el tratamiento 10 con el 7 y 4. Las ganancias resultantes del primer pastoreo no sugieren diferencias significativas, mientras que la del segundo y tercero sí, originando las diferencias en peso y ganancias finales.

Estas diferencias en ganancias individuales son explicadas por la carga, donde a mayor carga las ganancias por animal disminuyen. Esto concuerda con lo expuesto por Mott donde dada una disminución en cantidad de forraje animal debido a un aumento de la carga, la producción por animal disminuye pero se ve compensada por el incremento en producción por unidad de superficie (Sección 2.8.2.5., carga animal, figura No. 3)

El primer periodo, pese a ser el más largo, fue en el que se produjeron menores ganancias de peso, debido a la menor cantidad de forraje disponible (invierno). (Sección 4.2.1. materia seca disponible). En el segundo periodo se

registró la mayor evolución de peso vivo animal, ya que pese a que la disponibilidad de materia seca no fue la más alta de las 3 estaciones de pastoreos, la cantidad de días del periodo son más, lo que genera un mayor aumento de peso, comparado con el tercer periodo en el cual se ve la mayor disponibilidad de forraje pero que cuenta con menor número de días, además de que la calidad del forraje es inferior por estar la festuca en estado reproductivo. La evolución clara de los pesos vivos se observa en la figura No. 22.

La altura del forraje, afecta la tasa de consumo animal, pudiendo asegurar que frente a una disponibilidad dos veces menor que al máximo consumo posible se empieza a producir descenso en la cantidad de forraje consumido. Este fenómeno se asocia a una disminución en el tiempo dedicado al pastoreo, el tamaño de cada bocado y la velocidad de pastoreo. Este fenómeno puede ser de mayor relevancia en el tratamiento con mayor carga animal, durante la estación de invierno (sección 4.2.3 altura del forraje disponible y remanente).

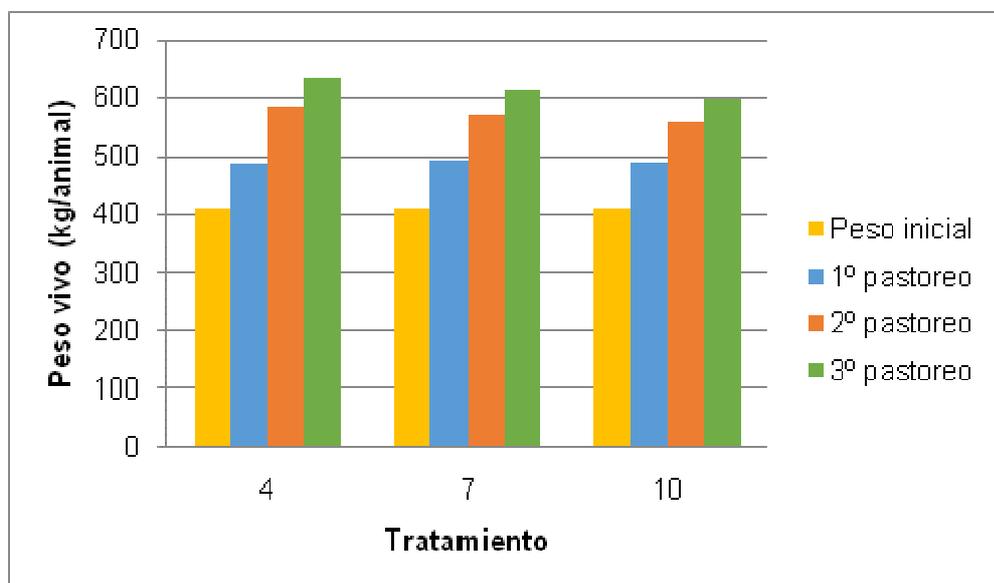


Figura No. 20. Evolución del peso vivo animal (pesos corregidos) promedio por tratamiento (ver anexo No. 15.1)

En el grafico anterior se visualiza como a mayor cantidad de animales por hectárea el peso individual aumenta a menor tasa a partir del 1º pastoreo hasta finalizar el mismo.

A continuación se resume la relación entre la carga animal, la asignación de forraje y la producción individual diaria y por hectárea (cuadro No. 14).

Cuadro No. 14. Parámetros de la producción de carne (ganancia media diaria (kg/d), asignación de forraje (% MS/PV) y producción de PV por ha) según las distintas dotaciones

DOTACIÓN	AF (%)	GMD	kg PV/ha
2,2 UG/ha	3,7	1,0 a	409 b
1,5 UG/ha	5,6	1,1 ab	311 b
0,9 UG/ha	9,5	1,2 a	193 a

Medias con una misma letra no presentas diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

Este cuadro concuerda con lo mencionado anteriormente, donde a mayora dotación (animales /ha) la asignación de forraje disminuye, generando menores ganancias por animal (GMD) pero mayores ganancias por hectárea (compensación) (ver anexo No. 15.3).

En el siguiente grafico se puede apreciar la relación la carga y la producción, individual y por hectárea.

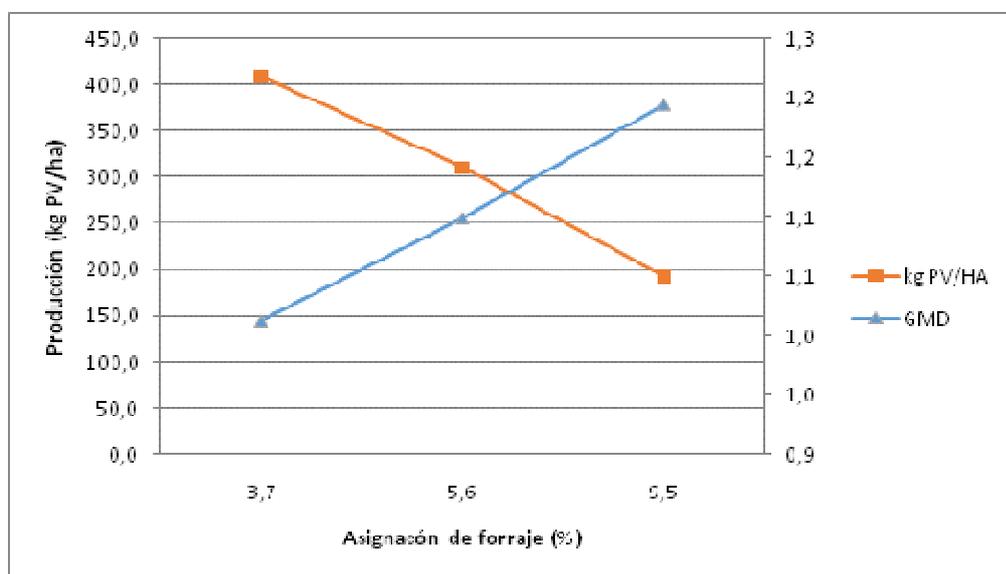


Figura No. 21. Kilogramos de peso vivo producidos por ha y ganancia media diaria, en función de la oferta de forraje (kg MS/100 kg PV) (ver anexo No.15)

En respuesta a la disminución en la cantidad de forraje que cada individuo obtiene al aumentar la carga, la producción por animal disminuye con el transcurso del tiempo, dicha disminución es compensada por el incremento en producción por unidad de superficie. En resumen, un aumento de la carga animal, incrementa en un principio la producción por hectárea al aumentar la eficiencia de cosecha del forraje, peso esa ventaja debe superar la reducción en la ganancia individual (Cangiano, 1997).

El rango entorno al punto donde cortan las líneas del gráfico determina la carga óptima para producción animal.

Los resultados obtenidos por Folgar y Vega (2013) concuerdan con los datos de este período de evaluación, donde la producción por ha muestra un comportamiento opuesto a la ganancia diaria por animal.

Al finalizar el pastoreo, los animales que llegaron al peso óptimo y fueron vendidos correspondieron a los del tratamiento 4, 7 y 6 individuos del tratamiento 10, ya que 4 animales estuvieron por debajo del peso de faena.

#### 4.4. CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos para producción de materia seca, tanto disponible como remanente, no fueron significativamente diferentes ( $p \leq 0,10$ ), lo que permite concluir que a diferentes cargas, la productividad de la pastura no difirió. La producción promedio de materia seca fue de 7040 kg/ha, valor alto dada la edad de la pastura, lo que podría estar marcando una adaptación de la pastura al ambiente, determinando una mayor persistencia en el tiempo con una buena producción de forraje.

La producción de forraje tendió a aumentar desde el pastoreo de invierno (1er. pastoreo), donde las tasas de crecimiento fueron las más bajas hasta el pastoreo de invierno – primavera (2do. pastoreo), donde se registraron las máximas tasas de crecimiento, debido a un efecto de fertilización y precipitaciones. En primavera (3er. pastoreo) las tasas de crecimiento fueron las esperables para la época. Este crecimiento en producción de forraje va acompañado por las condiciones cada vez más favorables según la estación, en invierno la eficiencia fotosintética es alta pero la radiación incidente es baja y se incrementa hacia la primavera.

Con lo que respecta a la composición botánica del forraje disponible, las diferencias no fueron significativas en cuanto a la contribución de gramíneas, malezas y restos secos; si lo fueron para la fracción leguminosas, presentándose en mayor cantidad en el tratamiento 4 y menor en el 10 probablemente debido a que una mayor presión de pastoreo podría estar determinando una menor persistencia de estas. En cuanto a la composición del forraje remanente, todas las fracciones no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

La fracción, cuya presencia determina la mayor producción de forraje, fue la de las gramíneas, compuesta por la festuca, luego le sigue las leguminosas, donde se encontraba en mayor proporción el trébol blanco frente al lotus corniculatus. Las malezas y restos secos ocupaban la menor proporción, pero es de destacar que la evolución fue en aumento tanto en el periodo como en los años de la pastura.

La evolución en el peso vivo animal acompañó la tendencia de producción de forraje, antes mencionada, registrándose además diferencias significativas en el peso animal y las ganancias individuales y por hectárea. En cuanto al peso por animal el tratamiento 4 y 7 fueron estadísticamente similares y mayores que el peso medio registrado para los animales del tratamiento 10. Las ganancias individuales fueron estadísticamente iguales para el primer periodo pero diferentes para el segundo y tercero, obteniendo siempre mayores

ganancias en el tratamiento 4 y 7 y menores en el 10. En cambio en la producción por hectárea, también con diferencias estadísticas, se lograron mayores pesos en el tratamiento con 10 animales, luego 7 y por último 4.

La asignación de forraje, de acuerdo a la dotación animal, fue de 3,7; 5,6 y 9,5% para 10, 7 y 4 animales respectivamente. A mayor asignación de forraje mayores ganancias individuales siendo 1; 1,1 y 1,2 kg PV/día. Las ganancias por hectárea disminuyeron frente a un aumento en la dotación siendo 409 kg, 311 kg y 193 kg. Los pesos finales corregidos por el peso inicial muestran que los animales más pesados fueron los del tratamiento 4 y 7 pesando 632 kg y 614 kg respectivamente, mientras que los del tratamiento 10, más livianos, de 596 kg, llegando todos los animales de todos los tratamientos a un peso adecuado para su faena a excepción de 4 novillos del tratamiento de mayor dotación.

## 5. CONCLUSIONES

A partir de la evolución realizada se puede concluir que en términos de producción de forraje, la cantidad de materia seca producida resultó independiente de la carga utilizada en esta pastura de cuarto año. La producción promedio de forraje fue elevada, con dominancia de *Festuca arundinacea* y alta presencia de *Trifolium repens* en algunas zonas, considerando la edad de la pastura.

Trabajar con bajas cargas permite una muy buena producción individual con altas ganancias medias diarias, pero con baja producción por hectárea; lo contrario ocurre con altas dotaciones donde hay menor desempeño individual pero se obtienen más kilos por hectárea. Esto es fundamental al momento de determinar la óptima carga animal ya que va a influir en el resultado físico final.

Trabajar con cargas bajas favorece la persistencia de las leguminosas, ya que al ser más palatable el ganado las prefiere y a altas cargas se ven perjudicadas disminuyendo la contribución en la mezcla forrajera. La gramínea de la mezcla no se vio afectada según la dotación animal. El ajuste de la carga es un factor importante en la determinación del balance de los componentes de la mezcla forrajera y su contribución.

En cuanto a implicancias agronómicas se puede concluir que 800 kg/ha en una pastura de 4to. Año manejada por altura de entrada entorno 15 – 20 cm y de salida entre 5 – 10 cm, permite una producción en todo el periodo de 400 kg/ha, con ganancias medias diarias de 1 kg/an.

## 6. RESUMEN

El experimento fue realizado en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC), Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay. El objetivo fue la evaluación de una mezcla forrajera bajo pastoreo, de 4to. año en el periodo invierno-primaveral del año 2013, siendo evaluados también la producción animal. La pastura está compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, pastoreada con novillos Holando de 409 kg a inicio del mismo. El diseño experimental utilizado fue el de bloque compuesto al azar generalizado, comprendiendo 3 bloques con 3 tratamientos cada uno. Los diferentes tratamientos son las diferentes cargas animales, siendo 4, 7 y 10 novillos cada tratamiento. El método de pastoreo fue rotativo, recibiendo cada parcela dentro de cada bloque el mismo tratamiento durante todos los pastoreos. Los parámetros evaluados de la pastura fueron materia seca disponible y remanente (kg/ha), altura de entrada y salida del pastoreo, composición botánica, obteniendo la producción diaria y por hectárea según la época de crecimiento. En cuanto al desempeño animal se midió ganancias medias individuales y por ha (kg/PV). De acuerdo a las variables utilizadas, los resultados arrojan que no hay diferencias significativas entre los diferentes tratamientos en producción de materia seca. En cuanto a producción animal, hubo diferencias significativas tanto en ganancias individuales como por ha, registrando mayor producción individual el tratamiento con 4 animales, mientras que el tratamiento con 10 animales fue el que registró mayor producción por ha, los mismos variaron según la época de pastoreo, obteniendo las mayores ganancias en el periodo invierno – primavera.

Palabras clave: Mezcla forrajera; *Festuca arundinacea*; *Trifolium repens*; *Lotus corniculatus*; Producción animal; Carga animal.

## 7. SUMMARY

The experiment was conducted at the Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC), Faculty of Agriculture, University of the Republic, Paysandu, Uruguay. The objective was the evaluation of a grazing herbage, 4th. year period in the winter - spring 2013, also being evaluated in animal production. The pasture is composed of *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*, grazed by Holstein steers of 409 kg at commencement. The experimental design used was the generalized random composite block comprising 3 blocks with 3 treatments each. Different treatments are different animal loads, being 4, 7 and 10 steers each treatment. The method of rotational grazing was receiving each plot within each block the same treatment for all grazings. The parameters evaluated were pasture dry matter availability and remaining (kg/ha), high input and output of grazing, botanical composition, obtaining the daily production according to the growing season. Regarding individual animal performance was measured average gains and by surface (kg /PV). According to the variables used, the results show no significant differences between treatments in dry matter production. As for animal production, there were significant differences in both individual earnings and per surface, recording highest individual production treatment with 4 animals, whereas treatment with 10 animals was the record highest production per surface, they varied by season grazing, obtaining the greatest gains in the winter-spring period.

Keyword: Feed Mix; *Festuca arundinacea*; *Trifolium repens*; *Lotus corniculatus*; Animal production; Animal load.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGNUSDEI, M.; COLABELLI, M.; MAZZANTI, A.; LAVREVEUX, M. 1998. Fundamentos para el manejo del pastoreo de pastizales y pasturas cultivadas de la Pampa Húmeda. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Boletín técnico no. 147. 16 p.
2. ALLDEN, W. G.; WHITTAKER, I. A. McD. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep; interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. Australian Journal of Agricultural Science. 21:755-766.
3. ALMADA, S.; PALACIOS, M.; VILLALBA, S.; ZIPITRÍA, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 73 p.
4. ALTIER, N. 1997. Enfermedades de lotus en Uruguay. Montevideo, INIA. 16 p. (Serie Técnica no.93).
5. BAECK, J. M. 2000. Algunas reflexiones sobre la inserción del engorde a corral dentro de los sistemas ganaderos de la región semiárida y árida. (en línea). Mendoza, s.e. pp. 30-35. Consultado may. 2014. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_en\\_general/33-feedlot\\_en\\_sistemas\\_ganaderos\\_semiarida\\_y\\_arida.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/33-feedlot_en_sistemas_ganaderos_semiarida_y_arida.pdf)
6. BARUCH, Z.; FISHER, J.M. 1988. Establecimiento y renovación de pasturas. (en línea). Veracruz, MX, Artes Gráficas. pp. 103– 122. Consultado may. 2014. Disponible en <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=0WntmVEorQkC&oi=fnd&pg=PA103&dq=factores+ambientales+que+afectan+las+pasturas&ots=faTitBLn5F&sig=bhYU76AxAiNB-3DSsGh4hgG1a1s#v=onepage&q=factores%20ambientales%20que%20afectan%20las%20pasturas&f=false>

7. BAVERA, G. A.; BEGUET, H. A. 2001. Relación suelo – planta - animal. In: Curso de Producción Bovina de Carne (2001, Río Cuarto). Textos. Río Cuarto, Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. s.p.
8. CABRERA, J. G.; LUZARDO, A.; MACKINNON, P. J. 2013. Efecto de la dotación animal en una mezcla forrajera en el periodo estivo – otoñal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 46-58.
9. CAIRÚS, M. C.; REGUSCI, M. A. 2013. Producción invierno – primaveral de mezclas forrajeras de tercer año bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp.4-73.
10. CANGIANO, C.; ESCUDERO, C. J.; MIQUEL, M. C.; SEVILLA, G. H. 1987. Efecto de la carga animal y el grupo sobre la productividad de vacunos en pastoreo. Montevideo, IICA, PROCISUR. pp. 12-13 (Diálogo no.19).
11. \_\_\_\_\_. 1997. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA. Estación Agropecuaria Experimental Balcarce. pp. 23-60.
12. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 84-181.
13. \_\_\_\_\_. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
14. \_\_\_\_\_. 1992. Manejo de praderas. Montevideo, INIA. pp. 5-16 (Serie Técnica no. 17).
15. \_\_\_\_\_. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 90-181.
16. CHILIBROSTE, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación de ganado lechero en pastoreo; I predicción del consumo. In: Jornadas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 1-7.

17. COLABELLI, M.; AGNUSDEI, M.; MAZZANTI, A.; LABREVEUX, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Boletín Técnico no. 148. 21 p.
18. DE LEÓN, M. 2007. Interacciones “pastura-animal”. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Cuadernillo clásico de forrajeras no. 135. 2 p.
19. DÍAZ, J. E. 1995. Estudios sobre la producción de forraje estacional y anual de leguminosas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 103 p.
20. FISHER, G. E. J.; MAYNE, C. S.; WRIGHT, I. A. 2000. Grassland management under grazing and animal response. In: Hopkins, A. ed. Grass; its production and utilization. Oxford, Blackwell Science. pp. 247-291.
21. FOLGAR, L. H.; VEGA, G. 2013. Efecto de la dotación animal sobre la producción invierno – primaveral de una pastura de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* de tercer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 118 p.
22. FORMOSO, F. 1993. Lotus corniculatus. I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, INIA. p. 5 (Serie Técnica no. 37).
23. \_\_\_\_\_. 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).
24. GALLI, J. R.; CANGIANO, C. A. 1998. Relación entre la estructura de la pastura y las dimensiones del bocado y sus implicancias en el consumo de bovinos. Revista Argentina de Producción Animal. 18 (3): 247-261.

25. GARCIA, J. A. 1995a. Estructura del tapiz de las praderas. Montevideo, INIA. 9 p. (Serie Técnica no.66).
26. \_\_\_\_\_. 1995b. Gramilla y praderas. Montevideo, INIA. 14 p. (Serie Técnica no.67).
27. \_\_\_\_\_. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).
28. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. UNIDAD DE AGRO CLIMA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN (INIA. GRAS). 2009a. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980 - 2009; anexo 1. Precipitaciones medias mensuales y anuales (°C). (en línea). Montevideo. p. 24. Consultado jun. 2014. Disponible en [http://www.inia.org.uy/gras/agroclima/cara\\_agro/tablas/tabla\\_precip.pdf](http://www.inia.org.uy/gras/agroclima/cara_agro/tablas/tabla_precip.pdf)
29. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2009b. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980 - 2009; anexo 2. Temperaturas máximas mensuales y anuales (°C). (en línea). Montevideo. p. 22. Consultado jun. 2014. Disponible en [http://www.inia.org.uy/gras/agroclima/cara\\_agro/tablas/tabla\\_tm.pdf](http://www.inia.org.uy/gras/agroclima/cara_agro/tablas/tabla_tm.pdf)
30. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2009c. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980 - 2009; anexo 3. Temperaturas medias mensuales y anuales (°C). (en línea). Montevideo. p. 21. Consultado jun. 2014. Disponible en [http://www.inia.org.uy/gras/agroclima/cara\\_agro/tablas/tabla\\_tmedia.pdf](http://www.inia.org.uy/gras/agroclima/cara_agro/tablas/tabla_tmedia.pdf)
31. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2009d. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980 - 2009; anexo 4. Temperaturas mínimas mensuales y anuales (°C). (en línea). Montevideo. p. 23. Consultado jun. 2014. Disponible en [http://www.inia.org.uy/gras/agroclima/cara\\_agro/tablas/tabla\\_tmin.pdf](http://www.inia.org.uy/gras/agroclima/cara_agro/tablas/tabla_tmin.pdf)

32. JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*. 34 (4): 261-271.
33. LACA, E. A.; UNGAR, E. D.; DEMMENT, M. W. SELIGMAN, N. 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Science*. 47: 91-102.
34. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 1994. Mechanisms of handling time and intake rate of large mammalian grazer. *Applied Animal Behaviour Science*. 39: 3-19.
35. LANGER, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 89-90.
36. MCNAUGHTON, S. J. 1979. Grazing as an optimization process; grass-ungulate relationship in the Serengeti. *The American Naturalist*. 113 (5): 691-703.
37. MONTOSSI, F.; RISSO, D F.; PIGURINA, G. 1995. Consideraciones sobre la utilización de pasturas. *In*: Risso, D. F.; Berretta, E. J; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. p. 20 (Serie Técnica no. 80).
38. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. *In*: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford). Proceedings. Reading, University of Reading. pp. 606-611.
39. MUSLERA, E.; RATERA, C. 1984. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento. Madrid, Mundi-Prensa. 702 p.
40. OLMOS, F. 1992. Aporte para el manejo de campo natural. Efecto de la carga animal y el periodo de descanso en la producción y evolución de un campo natural de Caraguatá (Tacuarembó). Montevideo, INIA. pp. 8-9 (Serie Técnica no. 20).

41. PRESNO, J. P.; SOUZA, P. A. 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. Facultad de Agronomía. pp. 62-70.
42. PRITCH, O. M. 1976. Evaluación del potencial productivo de semillas de Trébol blanco en el área de la Estanzuela. Revista de la Asociación Uruguaya de Ingenieros del Uruguay. 7: 24-28.
43. ROVIRA, J. 2008. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. reimp. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 36 – 61.
44. \_\_\_\_\_. 2014. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras; anuales, bianuales y perennes. Período 2013. (en línea). Canelones, INASE. pp. 37 – 82. Consultado may. 2014. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)
45. SANTIÑÁQUE, F. s.f. Forrajeras. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. 1 p.
46. SCHENEITER, O. 2005. Manejo de pasturas de Festuca alta. (en línea). In: Jornada de Campo; Avances en Producción y Manejo de Pasturas (2005, Pergamino, Argentina). Memorias. Pergamino, INTA. s.p. Consultado 20 set. 2014. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion%20y%20manejo%20pasturas/pastoreo%20sistemas/40-manejo\\_festuja.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion%20y%20manejo%20pasturas/pastoreo%20sistemas/40-manejo_festuja.pdf)
47. SMETHAM, M. L. 1981. Manejo del pastoreo. In: Langer R.H.M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 210-270.
48. TURNER, N. C.; BEGG, J.E. 1978. Responses of pasture plant to water deficits. In: Wilson, J. R. ed. Plants relations in pastures. Melbourne, CSIRO. pp. 50-62.

49. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMÍA. 2011a. Métodos Cuantitativos II; ejercicios, fórmulas y tablas. Montevideo. pp. 49 – 51.
50. URUGUAY, MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA Y PESCA, DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2014. Anuario estadístico agropecuario 2013. (en línea). Montevideo. p. 75. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,754,O,S,0,MNU;E;27;9;MNU>

## 9. ANEXOS

### Anexo No.1. Forraje disponible (kg/ha MS)

#### Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Disponible	9	0,61	0,22	20,64

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	1319566,67	4	329891,67	1,58	0,3347
BLOQUE	1239243,09	2	619621,54	2,96	0,1623
TRAT	80323,58	2	40161,79	0,19	0,8324
Error	836216,33	4	209054,08		
Total	2155783,00	8			

#### Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=795, 86543

Error: 209054,0833 GL: 4

#### TRAT Medias n E.E.

10,00	2105,40	3	263,98	A
7,00	2205,10	3	263,98	A
4,00	2336,10	3	263,98	A

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

### Anexo No. 2. Forraje remanente (kg/ha MS)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Remanente	9	0,66	0,32	17,23

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	469897,99	4	117474,50	1,95	0,2669
BLOQUE	303039,61	2	151519,80	2,51	0,1963
TRAT	166858,38	2	83429,19	1,38	0,3492
Error	241054,89	4	60263,72		
Total	710952,88	8			

**Test: LSD Fisher Alfa = 0, 10 DMS = 427, 30531**

Error: 60263,7233, GL: 4

TRAT Medias n E.E.

7,00 1313,10 3 141,73 A

10,00 1344,60 3 141,73 A

4,00 1616,40 3 141,73 A

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

**Anexo No. 3.** Forraje desaparecido (kg/ha MS)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

DES kg/HA 9 0,39 0,00 48,29

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	366253,31	4	91563,33	0,63	0,6684
BLOQUE	317669,38	2	158834,69	1,09	0,4191
TRAT	48583,94	2	24291,97	0,17	0,8521
Error	583266,69	4	145816,67		
Total	949520,00	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=664, 68198**

Error: 145816,6728 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

4,00 719,70 3 220,47 A

10,00 760,83 3 220,47 A

7,00 892,00 3 220,47 A

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

**Anexo No. 4.** Porcentaje de utilización.

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

% UTIL 9 0,27 0,00 28,24

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	144,39	4	36,10	0,37	0,8194
BLOQUE	53,03	2	26,51	0,27	0,7741
TRAT	91,36	2	45,68	0,47	0,6553
Error	388,28	4	97,07		
Total	532,67	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=17, 14950**

Error: 97,0694 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

4,00 30,50 3 5,69 A

10,00 36,20 3 5,69 A

7,00 37,97 3 5,69 A

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

**Anexo No. 5.** Altura de forraje utilizado (cm)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
UTIL ALTURA	9	0,50	0,00	41,01

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	18,71	4	4,68	0,99	0,5053
BLOQUE	14,51	2	7,25	1,53	0,3212
TRAT	4,20	2	2,10	0,44	0,6703
Error	18,98	4	4,74		
Total	37,69	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=3, 79143**

Error: 4,7444 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

10,00 4,60 3 1,26 A

4,00 5,10 3 1,26 A

7,00 6,23 3 1,26 A

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

**Anexo No. 6.** Altura del forraje disponible (cm).

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
ALT DISP	9	0,61	0,23	17,23

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	60,39	4	15,10	1,59	0,3315
BLOQUE	55,53	2	27,76	2,93	0,1646
TRAT	4,86	2	2,43	0,26	0,7857

Error	37,91	4	9,48
Total	98,30	8	

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=5, 35891**

Error: 9,4783 GL: 4

TRAT	Medias	n	E.E.	
10,00	16,97	3	1,78	A
7,00	17,87	3	1,78	A
4,00	18,77	3	1,78	A

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

**Anexo No. 7.** Altura del forraje remanente.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT REM	9	0,66	0,33	13,27

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	21,08	4	5,27	1,97	0,2637
BLOQUE	12,94	2	6,47	2,42	0,2048
TRAT	8,14	2	4,07	1,52	0,3227
Error	10,70	4	2,67		
Total	31,78	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=2, 84660**

Error: 2,6744 GL: 4

TRAT	Medias	n	E.E.	
10,00	11,63	3	0,94	A
7,00	11,67	3	0,94	A
4,00	13,67	3	0,94	A

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

**Anexo No. 8. Kg de MS disponible en función de la altura disponible. (CREC ALT)**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
CREC ALT	9	0,81	0,63	21,47

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	288,13	4	72,03	4,35	0,0919
BLOQUE	284,65	2	142,32	8,59	0,0357
TRAT	3,49	2	1,74	0,11	0,9026
Error	66,31	4	16,58		
Total	354,44	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=7, 08694**

Error: 16,5767 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

10,00 18,40 3 2,35 A

4,00 18,67 3 2,35 A

7,00 19,83 3 2,35 A

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

**Anexo No. 9. Crecimiento del forraje (kg MS) por ha. (CREC MS/HA)**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
CRECMS/HA	9	0,48	0,00	34,43

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	7246233,93	4	1811558,48	0,92	0,5317
BLOQUE	7035883,49	2	3517941,74	1,78	0,2793
TRAT	210350,45	2	105175,22	0,05	0,9487
Error	7886823,37	4	1971705,84		
Total	15133057,30	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=2444, 16979**

Error: 1971705,8417 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

10,00 3874,50 3 810,70 A

7,00 4117,03 3 810,70 A

4,00 4242,87 3 810,70 A

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

**Anexo No. 10.** Tasa de crecimiento del forraje en todo el período.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
TCREC	9	0,70	0,40	33,91

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	2858,20	4	714,55	2,36	0,2134
BLOQUE	2691,27	2	1345,63	4,44	0,0965
TRAT	166,94	2	83,47	0,28	0,7727
Error	1212,82	4	303,20		
Total	4071,02	8			

**Test: LSD Fisher Alfa= 0, 10 DMS= 30, 30945**

Error: 303,2044 GL: 4

<u>TRAT</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
10,00	45,80	3	10,05 A
7,00	51,93	3	10,05 A
4,00	56,30	3	10,05 A

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

**Anexo No. 11.** Tasa de crecimiento según el periodo de pastoreo (Invierno; Invierno-primavera; Primavera)

**TC Invierno**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
TC INV	9	0,84	0,69	55,76

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	677,33	4	169,33	5,40	0,0657
Bloque	636,86	2	318,43	10,15	0,0271
Tratamiento	40,47	2	20,23	0,64	0,5718
Error	125,49	4	31,37		
Total	802,82	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=9, 74960**

Error: 31,3728 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

10,00 8,00 3 3,23 A

4,00 9,17 3 3,23 A

7,00 2,97 3 3,23 A

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

### **TC Invierno-primavera.**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

TC INV-PRIM 9 0,88 0,75 44,69

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	31174,82	4	7793,71	7,01	0,0428
Bloque	29434,46	2	14717,23	13,25	0,0172
Tratamiento	1740,36	2	870,18	0,78	0,5164
Error	4444,07	4	1111,02		
Total	35618,90	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=58, 01908**

Error: 1111,0178 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

10,00 57,97 3 19,24 A

7,00 73,77 3 19,24 A

4,00 92,00 3 19,24 A

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

### **TC Primavera**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

TC PRIM 9 0,68 0,36 57,27

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	13450,55	4	3362,64	2,13	0,2409
Bloque	13428,67	2	6714,33	4,26	0,1022
Tratam	21,89	2	10,94	0,01	0,9931
Error	6311,95	4	1577,99		
Total	19762,50	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=69, 14519**

Error: 1577,9867 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

4,00 67,67 3 22,93 A

7,00 69,00 3 22,93 A

10,00 71,43 3 22,93 A

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

**Anexo No. 12.** Crecimiento ajustado del forraje del periodo de evaluación (producción de forraje).

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

CREC AJUS 9 0,69 0,38 33,77

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	50279237,11	4	12569809,28	2,22	0,2289
BLOQUE	47838638,21	2	23919319,10	4,23	0,1030
TRAT	2440598,91	2	1220299,45	0,22	0,8146
Error	22608244,91	4	5652061,23		
Total	72887482,02	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=4138, 22157**

Error: 5652061,2267 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

10,00 6334,23 3 1372,60 A

7,00 7206,77 3 1372,60 A

4,00 7576,30 3 1372,60 A

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

**Anexo No. 13.** Crecimiento ajustado según el periodo de pastoreo (invierno; Invierno-primavera; primavera)

**Crecimiento Ajustado Invierno.**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

CREC AJ INV 9 0,86 0,73 57,04

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	3028306,43	4	757076,61	6,34	0,0506

Bloque	2867134,88	2	1433567,44	12,01	0,0204
Tratamiento	161171,55	2	80585,77	0,67	0,5590
Error	477587,52	4	119396,88		
Total	3505893,95	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=601, 46007**

Error: 119396,8794 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

10,00 495,43 3 199,50 A

4,00 527,87 3 199,50 A

7,00 794,13 3 199,50 A

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

### **Crecimiento Ajustado Invierno – primavera**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
CREC AJ INV-PRIM	9	0,86	0,72	42,34

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	49132480,34	4	12283120,08	6,09	0,0540
Bloque	46156630,84	2	23078315,42	11,45	0,0221
Trat	2975849,50	2	1487924,75	0,74	0,5336
Error	8064231,06	4	2016057,77		
Total	57196711,40	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=2471, 50673**

Error: 2016057,7661 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

10,00 2684,37 3 819,77 A

7,00 3288,83 3 819,77 A

4,00 4088,37 3 819,77 A

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

### **Crecimiento Ajustado Primavera**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
CREC AJ PRIM	9	0,65	0,29	57,65

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	22984176,50	4	5746044,13	1,82	0,2875
Bloque	22918666,10	2	11459333,05	3,64	0,1259
Trat	65510,41	2	32755,20	0,01	0,9897
Error	12605504,60	4	3151376,15		
Total	35589681,10	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=3090, 01390**

Error: 3151376,1494 GL: 4

<u>TRAT</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
4,00	2960,10	3	1024,92 A
7,00	3123,83	3	1024,92 A
10,00	3154,43	3	1024,92 A

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

**Anexo No. 14.** Evaluación de la composición botánica

## 1. Porcentaje de gramíneas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
GRAM %	9	0,34	0,00	12,63

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	87,30	4	21,82	0,51	0,7357
BLOQUE	71,23	2	35,61	0,83	0,4995
TRAT	16,07	2	8,03	0,19	0,8361
Error	171,66	4	42,91		
Total	258,96	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=11, 40281**

Error: 42,9144 GL: 4

<u>TRAT</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
4,00	50,53	3	3,78 A
7,00	51,40	3	3,78 A
10,00	53,70	3	3,78 A

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

## 2. Porcentaje de leguminosas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
LEG%	9	0,58	0,17	26,82

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	259,83	4	64,96	1,40	0,3754
BLOQUE	235,55	2	117,77	2,54	0,1938
TRAT	24,29	2	12,14	0,26	0,7816
Error	185,21	4	46,30		
Total	445,04	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=11, 84428**

Error: 46,3017 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

10,00 23,93 3 3,93 A

7,00 24,50 3 3,93 A

4,00 27,67 3 3,93 A

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

## 3. Porcentaje de malezas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
MALEZA%	9	0,71	0,43	39,03

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	223,38	4	55,84	2,49	0,1988
BLOQUE	222,11	2	111,05	4,96	0,0825
TRAT	1,27	2	0,63	0,03	0,9722
Error	89,54	4	22,38		
Total	312,92	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=8, 23538**

Error: 22,3844 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

4,00 11,60 3 2,73 A

10,00 12,30 3 2,73 A

7,00 12,47 3 2,73 A

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

#### 4. Porcentaje de restos secos.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
R Secos %	9	0,79	0,59	21,69

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	82,59	4	20,65	3,87	0,1091
BLOQUE	78,75	2	39,37	7,38	0,0454
TRAT	3,84	2	1,92	0,36	0,7180
Error	21,33	4	5,33		
Total	103,92	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=4, 01964**

Error: 5,3328 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

10,00 10,13 3 1,33 A

4,00 10,23 3 1,33 A

7,00 11,57 3 1,33 A

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

#### 5. Cantidad de gramíneas en el disponible (kg/ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
DISP GRAM	9	0,47	0,00	26,24

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	371659,16	4	92914,79	0,89	0,5417
BLOQUE	370701,82	2	185350,91	1,78	0,2793
TRAT	957,35	2	478,67	4,6	E-03 0,9954
Error	415514,58	4	103878,65		
Total	787173,75	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=561, 01368**

Error: 103878,6461 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

7,00 1219,97 3 186,08 A

10,00 1221,87 3 186,08 A

4,00 1242,73 3 186,08 A

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

6. Cantidad de leguminosas en el disponible (kg/ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
DISP LEG	9	0,89	0,78	15,46

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	222822,79	4	55705,70	8,06	0,0339
BLOQUE	180931,25	2	90465,62	13,09	0,0176
TRAT	41891,55	2	20945,77	3,03	0,1581
Error	27652,07	4	6913,02		
Total	250474,86	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=144, 72518**

Error: 6913,0167 GL: 4

<u>TRAT</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
10,00	465,33	3	48,00 A
7,00	518,87	3	48,00 A B
4,00	629,20	3	48,00 B

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

7. Cantidad de malezas en el disponible (kg/ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
DISP MZ	9	0,55	0,10	39,06

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	40119,90	4	10029,97	1,22	0,4247
BLOQUE	38538,00	2	19269,00	2,35	0,2112
TRAT	1581,90	2	790,95	0,10	0,9100
Error	32777,40	4	8194,35		
Total	72897,30	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=157, 56784**

Error: 8194,3511 GL: 4

<u>TRAT</u>	<u>Media</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
7,00	213,63	3	52,26 A
10,00	236,60	3	52,26 A

4,00 245,00 3 52,26 A

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

8. Cantidad de restos secos en el disponible (kg/ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
R Secos	9	0,91	0,83	26,15

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	138934,01	4	34733,50	10,69	0,0207
BLOQUE	131929,98	2	65964,99	20,31	0,0080
TRAT	7004,03	2	3502,01	1,08	0,4221
Error	12990,79	4	3247,70		
Total	0151924,80	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=99, 19691**

Error: 3247,6983 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

10,00 182,90 3 32,90 A

4,00 219,63 3 32,90 A

7,00 251,17 3 32,90 A

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

9. Porcentaje de gramíneas en el remanente (kg/ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
R GRAM %	9	0,28	0,00	14,13

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	88,13	4	22,03	0,40	0,8027
BLOQUE	10,13	2	5,06	0,09	0,9143
TRAT	78,00	2	39,00	0,71	0,5465
Error	221,15	4	55,29		
Total	309,28	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=12, 94276**

Error: 55,2883 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

4,00 48,63 3 4,29 A

7,00 53,63 3 4,29 A

10,00 55,63 3 4,29 A

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

#### 10. Porcentaje de leguminosas en el remanente (kg/ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
R LEG%	9	0,63	0,26	39,39

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	762,16	4	190,54	1,71	0,3086
BLOQUE	459,72	2	229,86	2,06	0,2427
TRAT	302,44	2	151,22	1,35	0,3554
Error	446,47	4	111,62		
Total	1208,64	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=18, 38980**

Error: 111,6178 GL: 4

<u>TRAT</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
10,00	22,23	3	6,10 A
7,00	23,23	3	6,10 A
4,00	35,00	3	6,10 A

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

#### 11. Porcentaje de malezas en el remanente (kg/ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
R MALEZA%	9	0,74	0,48	43,20

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	279,58	4	69,90	2,87	0,1662
BLOQUE	209,42	2	104,71	4,29	0,1010
TRAT	70,16	2	35,08	1,44	0,3384
Error	97,58	4	24,40		
Total	377,16	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=8, 59727**

Error: 24,3950 GL: 4

<u>TRAT</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
4,00	7,50	3	2,85 A
7,00	13,10	3	2,85 A

10,0 13,70 3 2,85 A

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

### 12. Porcentaje de restos secos en el remanente (kg/ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
RR Secos %	9	0,64	0,29	51,67

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	157,72	4	39,43	1,80	0,2913
BLOQUE	153,18	2	76,59	3,50	0,1323
TRAT	4,54	2	2,27	0,10	0,9038
Error	87,56	4	21,89		
Total	245,28	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=8, 14412**

Error: 21,8911 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

10,00 8,23 3 2,70 A

4,00 8,97 3 2,70 A

7,00 9,97 3 2,70 A

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

### 13. Cantidad de gramíneas en el remanente (kg/ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
R GRAM	9	0,40	0,00	24,44

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	87776,46	4	21944,11	0,67	0,6474
BLOQUE	82363,88	2	41181,94	1,25	0,3779
TRAT	5412,58	2	2706,29	0,08	0,9225
Error	131441,66	4	32860,41		
Total	219218,12	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=315, 53448**

Error: 32860,4144 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

7,00 711,47 3 104,66 A

10,00 742,03 3 104,66 A

4,00 771,53 3 104,66 A

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

#### 14. Cantidad de leguminosas en el remanente (kg/ha)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
R LEG kg 9 0,69 0,38 44,61

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	262777,35	4	65694,34	2,24	0,2265
BLOQUE	138626,42	2	69313,21	2,37	0,2097
TRAT	124150,93	2	62075,46	2,12	0,2356
Error	117106,57	4	29276,64		
Total	379883,92	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=297, 83172**

Error: 29276,6433 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

7,00 297,63 3 98,79 A

10,00 303,37 3 98,79 A

4,00 549,60 3 98,79 A

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

#### 15. Cantidad de malezas en el remanente (kg/ha)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
R MALEZA 9 0,39 0,00 53,36

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	14549,46	4	3637,37	0,64	0,6603
BLOQUE	10543,16	2	5271,58	0,93	0,4652
TRAT	4006,30	2	2003,15	0,35	0,7217
Error	22617,55	4	5654,39		
Total	37167,02	8			

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=130, 88899**

Error: 5654,3878 GL: 4

TRAT Medias n E.E.

4,00 111,90 3 43,41 A

7,00 149,43 3 43,41 A

10,00 161,43 3 43,41 A

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

### **Anexo No. 15.** Evaluación de la producción animal.

1. Peso vivo animal según época de pastoreo (por fecha de pesada)

#### **06/08/2013**

Variable    N    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV  
06/08/2013 21 0,97 0,97 2,64

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo.	94090,49	3	31363,50	186,64	<0,0001	
Carga	92,92	2	46,46	0,28	0,7618	
27/05/2013	88915,05	1	88915,05	529,14	<0,0001	1,07
Error	2856,65	17	168,04			
Total	96947,14	20				

**Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=12,46839**

Error: 168,0384 GL: 17

Carga Medias    n    E.E.

4,00 486,85 4 6,56 A

10,00 490,44 10 4,16 A

7,00 492,89 7 4,92 A

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

#### **09/10/2013\***

Variable    N    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV  
09/10/2013\* 21 0,93 0,91 3,63

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo.	91421,91	3	30473,97	71,47	<0,0001	
Carga	1555,39	2	777,70	1,82	0,1916	
27/05/2013	79323,95	1	79323,95	186,04	<0,0001	1,01
Error	7248,67	17	426,39			
Total	98670,57	20				

**Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=19,86145**

Error: 426,3921 GL: 17

Carga Medias n E.E.

10,00 560,34 10 6,62 A

7,00 574,15 7 7,84 A B

4,00 582,37 4 10,45 B

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

**29/11/2013**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

29/11/2013 21 0,92 0,91 3,37

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo.	84665,08	3	28221,69	67,12	<0,0001	
Carga	3779,09	2	1889,54	4,49	0,0271	
27/05/2013	68516,84	1	68516,84	162,96	<0,0001	0,94
Error	7147,87	17	420,46			
Total	91812,95	20				

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=19, 72287**

Error: 420,4629 GL: 17

Carga Medias n E.E.

10,00 596,17 10 6,58 A

7,00 613,82 7 7,78 B

4,00 632,40 4 10,37 B

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

2. Ganancia de peso por animal en los periodos de pastoreo

**27/05 - 06/08**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

27/05 - 06/08 21 0,14 0,00 15,85

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo.	457,16	3	152,39	0,91	0,4583	
Carga	92,92	2	46,46	0,28	0,7618	

27/05/2013 362,18 1 362,18 2,16 0,1603 0,07  
 Error 2856,65 17 168,04  
 Total 3313,81 20

**Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=12,46839**

Error: 168,0384 GL: 17

Carga Medias n E.E.

4,00 78,04 4 6,56 A

10,00 81,63 10 4,16 A

7,00 84,08 7 4,92 A

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

**27/05 - 09/10**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup>Aj CV

27/05 - 09/10 21 0,19 0,05 12,88

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	1706,00	3	568,67	1,33	0,2964	
Carga	1555,39	2	777,70	1,82	0,1916	
27/05/2013	6,20	1	6,20	0,01	0,9054	0,01
Error	7248,67	17	426,39			
Total	8954,67	20				

**Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=19,86145**

Error: 426,3921 GL: 17

Carga Medias n E.E.

10,00 151,53 10 6,62 A

7,00 165,35 7 7,84 A B

4,00 173,56 4 10,45 B

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

**27/05 - 29/11**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup>Aj CV

27/05 - 29/11 21 0,35 0,23 10,25

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo.	3788,70	3	1262,90	3,00	0,0594	
Carga	3779,09	2	1889,54	4,49	0,0271	
27/05/2013	302,69	1	302,69	0,72	0,4080	-0,06
Error	7147,87	17	420,46			
Total	10936,57	20				

**Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=19,72287**

Error: 420,4629 GL: 17

Carga Medias n E.E.

10,00 187,36 10 6,58 A

7,00 205,01 7 7,78 B

4,00 223,59 4 10,37 B

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

## 3. Ganancia media diaria por ha en todo el periodo

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

GMD/ha 21 0,34 0,23 10,18

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo.	0,11	3	0,04	2,95	0,0621	
Carga	0,11	2	0,05	4,42	0,0285	
27/05/2013	0,01	1	0,01	0,73	0,4041	-3,4E-04
Error	0,20	17	0,01			
Total	0,31	20				

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=0, 10536**

Error: 0,0120 GL: 17

Carga Medias n E.E.

10,00 1,01 10 0,04 A

7,00 1,10 7 0,04 A B

4,00 1,20 4 0,06 B

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

#### 4. GMD/ha según la época de pastoreo

##### 27/05 - 06/081

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
27/05 - 06/081	21	0,14	0,00	15,88

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo.	0,09	3	0,03	0,90	0,4626	
Carga	0,02	2	0,01	0,27	0,7652	
27/05/2013	0,07	1	0,07	2,13	0,1622	9,6E-04
Error	0,57	17	0,03			
Total	0,66	20				

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=0, 17585**

Error: 0,0334 GL: 17

##### Carga Medias n E.E.

4,00 1,10 4 0,09 A

10,00 1,15 10 0,06 A

7,00 1,18 7 0,07 A

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

##### 06/08 al 09/10

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
06/08 al 09/10	21	0,23	0,10	24,27

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo.	0,46	3	0,15	1,72	0,2017	
Carga	0,45	2	0,22	2,51	0,1106	
27/05/2013	0,06	1	0,06	0,73	0,4056	-9,1E-04
Error	1,51	17	0,09			
Total	1,97	20				

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=0, 28701**

Error: 0,0890 GL: 17

##### Carga Medias n E.E.

10,00 1,10 10 0,10 A

7,00 1,27 7 0,11 A B

4,00 1,49 4 0,15 B

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

### 09/10 al 29/11

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
09/10 al 29/11	21	0,19	0,05	35,55

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo.	0,31	3	0,10	1,34	0,2957	
Carga	0,22	2	0,11	1,40	0,2731	
27/05/2013	0,15	1	0,15	2,01	0,1743	-1,4E-03
Error	1,31	17	0,08			
Total	1,62	20				

**Test: LSD Fisher Alfa=0, 10 DMS=0, 26669**

Error: 0,0769 GL: 17

<u>Carga</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
--------------	---------------	----------	-------------

10,00	0,70	10	0,09 A
-------	------	----	--------

7,00	0,78	7	0,11 A
------	------	---	--------

4,00	0,98	4	0,14 A
------	------	---	--------

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