

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DETERMINACIÓN DE LA RESPUESTA EN PRODUCTIVIDAD VEGETAL  
Y ANIMAL DE PASTURAS DEGRADADAS A DIFERENTES  
ESTRATEGIAS DE MANEJO**

**Por**

**Antonio Emanuel BLASI ZANACCHI  
Juan Bautista GARCÍA SAINZ-RASINES  
Juan Carlos IRIGARAY IZAGUIRRE**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
presentado como uno de los  
requisitos para obtener el título de  
Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

**2022**

PAGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director: -----

Ing. Agr. Dr. Pablo Boggiano

-----

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

-----

Ing. Agr. PhD. Javier García Favre

Fecha: 8 de noviembre de 2022

Autores: -----

Antonio Emanuel Blasi Znacchi

-----

Juan Bautista García Sainz-Rasines

-----

Juan Carlos Irigaray Izaguirre

### AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a nuestras familias por el apoyo incondicional.

A nuestro tutor Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani, por ofrecernos este trabajo, requisito para finalizar la carrera de ingeniero agrónomo, por su constante disposición y colaboración para la elaboración del mismo.

Al personal de corrección por el asesoramiento en el formato del trabajo, y al personal de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni por su ayuda con el trabajo de campo con los animales.

Por último, a la Facultad de Agronomía, por la formación profesional y las grandes amistades que cosechamos a lo largo de la carrera.

TABLA DE CONTENIDOS

PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES	
COMPONENTES DE LA MEZCLA.....	3
2.1.1 <i>Festuca arundinacea</i> .....	3
2.1.2 <i>Lotus corniculatus</i> .....	3
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES	
COMPONENTES DE LA RENOVACIÓN.....	4
2.2.1 <i>Lolium multiflorum</i> .....	4
2.2.2 <i>Trifolium pratense</i> .....	5
2.3 MEZCLAS FORRAJERAS.....	5
2.3.1 <i>Importancia de la mezcla de especies</i> .....	6
2.3.2 <i>Composición de la mezcla</i> .....	7
2.4 MANEJO DEL PASTOREO.....	8
2.4.1 <i>Aspectos generales</i> .....	8
2.4.2 <i>Parámetros que definen el pastoreo</i> .....	9
2.4.2.1 Intensidad.....	9
2.4.2.2 Frecuencia.....	9
2.4.3 <i>Efecto del pastoreo</i> .....	10
2.4.3.1 Efectos sobre las especies que componen la mezcla y su producción	
10	
2.4.3.2 Efecto sobre las raíces.....	11
2.4.3.3 Efectos sobre la utilización del forraje.....	12
2.4.3.4 Efectos sobre la morfología y estructura de las plantas.....	12
2.4.3.5 Efectos sobre la composición botánica.....	13
2.4.3.6 Efectos sobre la persistencia.....	14
2.4.3.7 Efectos sobre la calidad.....	14
2.5 PERSISTENCIA DE LA PASTURA.....	16
2.6 DEGRADACIÓN DE PASTURAS.....	18
2.6.1 <i>Aspectos involucrados en el proceso de degradación</i> .....	18
2.6.2 <i>Vías finales de degradación de las pasturas</i> .....	19
2.6.3 <i>Evolución hacia el campo natural</i> .....	19
2.6.4 <i>Evolución hacia la dominancia de gramíneas perennes</i> .....	19
2.6.5 <i>Evolución hacia dominancia de gramilla</i> .....	19

2.7	RENOVACIÓN DE PASTURAS .....	20
2.7.1	<i>Criterios generales a tener en cuenta en la renovación</i> .....	20
2.7.2	<i>Factores asociados a una buena implantación y persistencia de la renovación</i> .....	21
2.7.3	<i>Renovación por medio de la interseembra de nuevas especies</i> .....	21
2.7.4	<i>Importancia de la fertilización</i> .....	22
2.7.4.1	Importancia de la fertilización fosfatada .....	22
2.7.4.2	Importancia de la fertilización nitrogenada .....	23
2.7.4.3	Efecto sobre variables morfogenética .....	24
2.8	PRODUCCIÓN DE FORRAJE .....	25
2.8.1	<i>Características morfogenéticas</i> .....	25
2.8.2	<i>Características estructurales</i> .....	26
2.9	PRODUCCIÓN ANIMAL .....	28
2.9.1	<i>Aspectos generales de la producción animal</i> .....	28
2.9.2	<i>Relación entre consumo-disponibilidad-altura</i> .....	29
2.9.3	<i>Relación oferta de forraje – consumo</i> .....	30
2.9.4	<i>Genética animal e implicancias en la producción</i> .....	31
2.9.4.1	Efecto de los cruzamientos sobre la producción.....	31
3.	MATERIALES Y METODOS.....	32
3.1	CONDICIONES EXPERIMENTALES .....	32
3.1.1	<i>Lugar y período experimental</i> .....	32
3.1.2	<i>Información meteorológica</i> .....	32
3.1.3	<i>Descripción del sitio experimental</i> .....	32
3.1.4	<i>Antecedentes del área experimental</i> .....	33
3.1.5	<i>Tratamientos</i> .....	33
3.1.6	<i>Diseño experimental</i> .....	34
3.2	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	35
3.2.1	<i>Mediciones de las principales variables</i> .....	35
3.2.1.1	Materia seca disponible y remanente .....	36
3.2.1.2	Altura del forraje disponible y remanente .....	36
3.2.1.3	Producción de materia seca .....	36
3.2.1.4	Materia seca desaparecida .....	37
3.2.1.5	Porcentaje de desaparecido.....	37
3.2.1.6	Composición botánica .....	37
3.2.1.7	Peso de los animales.....	37
3.2.1.8	Ganancia de peso media diaria .....	37
3.2.1.9	Oferta de forraje .....	37
3.2.1.10	Producción de peso vivo por hectárea.....	37
3.3	HIPÓTESIS PROPUESTAS .....	38
3.3.1	<i>Hipótesis biológica</i> .....	38

3.3.2	<i>Hipótesis estadística</i> .....	38
3.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	38
3.4.1	<i>Modelo estadístico para la producción vegetal</i> .....	38
3.4.2	<i>Modelo estadístico para la producción animal</i> .....	39
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	40
4.1	INFORMACIÓN METEOROLÓGICA .....	40
4.2	COMPOSICIÓN BOTÁNICA .....	42
4.2.1	<i>Composición botánica disponible</i> .....	42
4.2.1.1	Primer Pastoreo.....	42
4.2.1.2	Segundo Pastoreo.....	44
4.2.1.3	Composición botánica promedio del disponible durante todo el periodo experimental.....	45
4.2.2	<i>Composición botánica remanente</i> .....	47
4.2.2.1	Primer pastoreo .....	47
4.2.2.2	Segundo pastoreo .....	48
4.2.2.3	Todo el ciclo del experimento .....	49
4.3	SUELO DESCUBIERTO.....	50
4.3.1	<i>Suelo descubierto del disponible</i> .....	50
4.3.2	<i>Suelo descubierto remanente</i> .....	50
4.4	MATERIA SECA DISPONIBLE Y REMANENTE.....	51
4.4.1	<i>Materia seca disponible</i> .....	51
4.4.1.1	Materia seca disponible y altura primer y segundo pastoreo.....	52
4.4.1.2	Materia seca disponible y altura de todo el periodo de evaluación ..	53
4.4.2	<i>Materia seca remanente</i> .....	54
4.4.2.1	Materia seca remanente y altura primer y segundo pastoreo.....	54
4.4.2.2	Materia seca remanente y altura en todo el periodo de evaluación ..	55
4.5	PRODUCCIÓN DE FORRAJE .....	55
4.6	FORRAJE DESAPARECIDO .....	58
4.7	PRODUCCIÓN ANIMAL .....	60
4.7.1	<i>GMD por animal y producción de peso vivo por hectárea</i> .....	61
4.7.2	<i>Evolución de la asignación de forraje promedio en todo el periodo de evaluación</i> .....	62
5	CONCLUSIONES .....	66
6	RESUMEN .....	67
7	SUMMARY .....	68
8	BIBLIOGRAFIA .....	69
9.	ANEXOS.....	84

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Página

## CUADRO No.

1- Balance hídrico durante el periodo de evaluación.....	41
2- Disponibilidad promedio de raigrás (kg MS/ha) en el primer pastoreo.....	43
3- Porcentaje de suelo descubierto promedio del disponible según tratamiento en todo el periodo de evaluación.....	50
4- Porcentaje de suelo descubierto promedio del remanente según tratamiento en todo el periodo de evaluación.....	51
5- Disponibilidad de MS/ha y altura promedio del disponible en el primer pastoreo.....	52
6- Materia seca disponible (kg/ha) y altura promedio (cm) de la pastura en el segundo pastoreo.....	52
7- MS disponible (Kg/ha) y altura promedio del disponible en todo el periodo de evaluación.....	53
8- Materia seca disponible (kg/ha) y altura promedio del remanente en el primer pastoreo.....	54
9- Materia seca disponible (kg/ha) y altura promedio del remanente en el segundo pastoreo.....	54
10- Materia seca disponible (kg/ha) y altura promedio del remanente en todo el periodo de evaluación.....	55
11- Crecimiento promedio por tratamiento en el primer pastoreo, segundo pastoreo y en todo el periodo de evaluación, expresado en kg de MS/ha.....	56
12- Forraje desaparecido promedio por tratamiento en todo el periodo de evaluación.....	58
13- Materia seca desaparecida promedio en porcentaje.....	59
14- Ganancia media individual, producción por hectárea y asignación de forraje promedio por tratamiento en todo el periodo de evaluación.....	61
15- Ganancia media individual promedio en el primer y segundo pastoreo.....	63

## FIGURA No.

1- Relación entre variables morfogénicas y las características estructurales de la planta.....	25
2- Esquema del potrero No. 33.....	34
3- Potrero No. 33.....	35
4- Registro de precipitaciones acumuladas y temperaturas medias mensuales comparadas con el registro histórico.....	40
5- Composición botánica del disponible promedio por tratamiento en el primer pastoreo.....	42
6- Composición botánica del disponible promedio por tratamiento en el segundo pastoreo.....	44
7- Composición botánica del disponible promedio por tratamiento en todo el periodo de evaluación.....	46
8- Composición botánica del remanente promedio por tratamiento en el primer pastoreo.....	47
9- Composición botánica del remanente promedio por tratamiento en el segundo pastoreo.....	48
10- Composición botánica del remanente promedio por tratamiento en todo el periodo de evaluación.....	49
11- Evolución del peso vivo individual promedio por tratamiento en todo el periodo de evaluación.....	60
12- Evolución de la asignación de forraje promedio durante todo el periodo de evaluación.....	62

## 1. INTRODUCCIÓN

La pecuaria y la cadena agroindustrial, constituyen una parte fundamental de la economía nacional, tanto a nivel macro como microeconómico. El rubro ganadero, mediante distintos sectores, da sustento a miles de personas a lo largo del Uruguay, y además tiene un valor cultural muy importante como parte de la vida rural y de las tradiciones del país.

Con un stock que se aproxima a las 12 millones de cabezas de ganado vacuno, Uruguay se ubica entre los mayores exportadores de carne de la región y del mundo con 412.000 toneladas registradas en el último año (Pattarino, 2021). La carne uruguaya ingresa a los mercados más importantes y a los más exigentes por la diferenciación que pueden alcanzar los productos, con factores como la sanidad, la alimentación y la trazabilidad como los más relevantes.

En lo que compete a la alimentación de los animales, el campo natural, con todas sus virtudes y limitaciones, fue históricamente y es aún quien acoge a la mayor parte del ganado. Sin embargo, por su baja productividad relativa, los productores han tendido en las últimas décadas a incorporar nuevas tecnologías.

Ha habido una intensificación del rubro que se ha visto favorecida por diversos factores; mayor acceso a insumos, incremento en la disponibilidad de servicios, avances en genética, y mejoras importantes en maquinaria e infraestructura en general.

Prácticas como la fertilización del campo natural, y el mejoramiento con siembra de especies de mayor aptitud forrajera se volvieron más frecuentes. A su vez se comenzaron a utilizar, en las tierras más apropiadas, verdeos anuales y pasturas perennes sembradas. Estas últimas abarcan en torno a 1.300.000 hectáreas (MGAP. SNIG, 2020) del territorio, que suelen concentrarse en los campos de mejor calidad y que por lo general se dedican a la recría o a la invernada.

Las pasturas sembradas, aportan un forraje de mayor cantidad y calidad nutritiva que el campo natural, y lo traducen en mayores ganancias diarias de peso, así como también permiten elevar la carga animal, lo que maximiza los kg producidos por hectárea. Sin embargo, estas también presentan limitaciones, que pueden verse agravadas si el manejo de las mismas no es el adecuado. Dentro de estas limitantes predominan los problemas de implantación, la falta de equilibrio entre gramíneas y leguminosas, el enmalezamiento, la evolución hacia una estacionalidad marcada, y la baja persistencia y estabilidad (Carámbula, 1991). Para evitar estos procesos o dilatarlos en el tiempo surgen diversas herramientas como la fertilización, el control

químico, el manejo del pastoreo, la elección de especies, las rotaciones de cultivos, intersembras, entre otras. Algunas de ellas, que analizaremos en el transcurso de este trabajo.

### 1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la incorporación de raigrás y trébol rojo mediante intersembrado, con diferentes estrategias de fertilización y control químico, sobre la producción de forraje, composición botánica y producción de carne sobre una pradera vieja de festuca, trébol rojo y lotus.

### 1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Cuantificar la producción de forraje por unidad de superficie (kg MS/ha), y estudiar la evolución de la proporción de especies en la mezcla a través de la composición botánica.

Otro objetivo es evaluar la respuesta a la fertilización nitrogenada y si esta se justifica en una pradera que tiene leguminosas que fijan biológicamente el nutriente.

Por último, evaluar la performance animal, en términos de producción individual (kg PV/animal) y por unidad de superficie (kg PV/ha), para los diferentes tratamientos.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA MEZCLA

#### 2.1.1 Festuca arundinacea

La festuca es la gramínea perenne invernal más utilizada en el país (Formoso, 2010), debido a su amplia adaptación a diferentes ambientes, alta productividad, estabilidad y muy buena asociación con leguminosas (Maranges et al., 2019). Tiene hábito de crecimiento cespitoso a rizomatoso. Se adapta a un amplio rango de suelos, con un desempeño destacado en suelos medios a pesados, a su vez admite suelos ácidos y alcalinos (Carámbula, 2002-2004).

Tiene moderadamente buena resistencia a la sequía y no es muy afectada por las heladas. Se beneficia con pastoreo rotativo y tolera bien defoliaciones intensas salvo en verano donde los pastoreos rasantes reducen su producción posterior y persistencia, y el manejo de primavera debe prevenir la encañazón excesiva que los animales rechazan (García, 2003).

Con 12.501 hectáreas en la zafra 2019/2020 (MGAP. DIEA, 2020), es la segunda forrajera con mayor área destinada a la producción de semilla, por detrás del raigrás. En cuanto al método de siembra, Formoso (2010) registró mayores producciones de forraje cuando la siembra se hizo en líneas y a una distancia entre hileras de 0,15m, logrando este espaciamiento también los menores niveles de enmalezamiento de latifoliadas y raigrás en el segundo otoño. Profundidades de siembra de 9 y 18 mm lograron los mejores porcentajes de implantación, reduciéndose estos cuando pasaban a 27 mm, especialmente cuando las semillas utilizadas eran de menor tamaño y vigor (Formoso, 2010). García (2003) propone una densidad de siembra óptima de entre 9 y 12 kg/ha de festuca en praderas mezcla.

La festuca utilizada fue *INIA Fortuna*, el cultivar es de tipo continental de ciclo tardío. Tiene buen comportamiento sanitario, en parte por poseer un endófito benéfico, que es un hongo interno que se relaciona con la planta de manera simbiótica y le confiere resistencia a insectos plaga, y tolerancia a sequía. El cultivar es de alta productividad.

#### 2.1.2 Lotus corniculatus

Es una leguminosa de hábito de vida perenne y ciclo de producción estival con crecimiento a partir de corona, por su sistema radicular pivotante profundo, se adapta a los suelos secos y a una estación crítica como el verano. Tiene buen valor

nutritivo durante la estación de crecimiento (Marten y Ehle, 1984), y según Seaney y Henson (1970), ausencia de riesgo de meteorismo, características que la hacen una opción atractiva para el pastoreo. Además, según Carámbula (2002-2004), se destaca por poseer un mejor comportamiento bajo temperaturas frescas o frías respecto a la alfalfa, otra estival de gran aptitud forrajera. Formoso (1993) remarca que la principal causa de la disminución productiva del cultivo es la pérdida progresiva del stand, originada por la muerte de plantas por fusariosis. La densidad de siembra recomendada para pasturas mezcla es de 4 a 10 kg/ha (Carámbula, 2002-2004).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA RENOVACIÓN

### 2.2.1 *Lolium multiflorum*

El raigrás es una gramínea cespitosa de ciclo de producción invernal. Para pastoreo directo los raigrases anuales se consideran plantas rústicas y agresivas, soportando perfectamente el pisoteo y el diente, al ofrecer buen piso y rebrote rápido, dado su muy activo proceso de macollaje (Carámbula, 2003). Dentro de los verdes de invierno, el raigrás tiene mejor calidad de forraje que la avena, con mayor contenido de carbohidratos solubles, mejor relación carbohidratos/proteína, mejor balance entre minerales, y a su vez presenta mayor respuesta a la fertilización nitrogenada (García, 2003). Con un adecuado manejo y fertilización alcanza digestibilidades del orden de 70 a 80% (Waite, citado por Carámbula, 2002-2004).

Se adapta a una gran variabilidad de condiciones ambientales, tanto edáficas como climáticas, es altamente productivo en suelos fértiles y tiene alta respuesta al agregado de nitrógeno. Crece adecuadamente en suelos bien drenados, pero también tolera suelos muy húmedos; se adapta a suelos desde francos a pesados, aunque tiene buen comportamiento en suelos arenosos si estos son bien fertilizados (Carámbula, 2002-2004).

Si se desea aumentar la producción de forraje en invierno y comienzos de primavera, es recomendable sembrar esta especie temprano en el otoño (Perrachón, 2009). La especie presenta buenas aptitudes para sembrarse asociada con otras forrajeras. Cuando sembrada con anuales, aporta calidad al forraje y agrega más días de pastoreo al final del ciclo, mientras que asociada a perennes aporta precocidad en la entrega de materia seca y una excelente producción de forraje en invierno y primavera (Carámbula, 2002-2004). Sin embargo, García Favre et al. (2017) mencionan que no es recomendable la mezcla con perennes debido a que por su gran vigor inicial y capacidad de competencia puede provocar un efecto negativo en el establecimiento y reducir notoriamente la población de las mismas.

Los cultivares comerciales de raigrás anual se agrupan en dos tipos productivos: raigrás tipo *Westerwoldicum* y raigrás tipo italiano. Los *Westerwoldicum* son estrictamente anuales, no tienen requerimientos de frío y por tanto casi todos los macollos florecen independientemente de la época de siembra y mueren en el verano. En cambio, el raigrás tipo italiano tiene requerimientos de frío y los macollos formados a fin de invierno y primavera no florecen, por tanto, pueden ingresar al verano en estado vegetativo y tener un comportamiento bianual. Sin embargo, la producción bianual dependerá del cultivar, el manejo y especialmente el ambiente durante el verano (Gutiérrez y Calistro, 2013).

El raigrás sembrado fue el *Winter Star III*, es un raigrás anual, de tipo *Westerwoldicum*. El cultivar es tetraploide, lo que implica una mayor cantidad de carbohidratos solubles, y una mayor palatabilidad. Este raigrás tiene un buen rebrote con un activo proceso de macollaje, alta respuesta al agregado de Nitrógeno, alta producción total y otoño-invernal.

### 2.2.2 *Trifolium pratense*

Es una leguminosa de hábito de vida bienal y ciclo de producción invernal. El concepto de bianualidad se deriva de la escasa persistencia de las plantas, ya que la mayor proporción de plantas muere en el primer verano como resultado del efecto de las enfermedades de raíz y corona (Kilpatrick et al., 1954). Según Carámbula (2002-2004), requiere suelos fértiles, profundos y bien drenados, es de alto valor nutritivo y tiene alta capacidad fijadora de Nitrógeno. García et al. (1994) midieron para las condiciones de Uruguay las cantidades de N fijado, registrando un valor de 35 kg N por cada tonelada de materia seca producida de la especie. Carámbula (2002-2004) indica densidades de siembra de 4 a 8 kg en pasturas mezcla.

El Trébol rojo utilizado fue *Estanzuela 116*, el cultivar tiene destacada precocidad y productividad total e invernal, y es de floración temprana.

## 2.3 MEZCLAS FORRAJERAS

Una mezcla forrajera es una población artificial formada por varias especies con diferentes características, tanto morfológicas como fisiológicas (Carámbula, 2002-2004).

El objetivo de una mezcla forrajera es combinar especies de gramíneas y leguminosas para lograr un adecuado aprovechamiento de los recursos, lograr una máxima producción de forraje por unidad de superficie de alto valor nutritivo, con una correcta distribución anual y que perdure en el tiempo (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Para que una mezcla sea eficiente se debe tener en cuenta ciertas pautas para que la interferencia entre especies sea la menor posible. Algunas de estas son: sistemas radiculares de diferente extensión y profundidad, tipos de crecimientos aéreos distribuidos en distintos horizontes, distintos períodos de crecimiento según los ciclos de producción esperados, exigencias contrastantes de nutrientes particularmente N y P, requerimientos de fertilidad de suelo y manejo de pastoreo lo más similares posibles (Carámbula, 2002-2004).

A medida que aumenta el número de especies que integran una mezcla, la producción individual de cada especie disminuye, sin embargo la suma de los aportes de cada una, suele incrementar la producción total de la mezcla. Esto se explica porque los efectos complementarios en el espacio y en el tiempo entre las especies son más potentes que los de la competencia interespecífica (Formoso, 2011).

Según Carámbula (2002-2004), al mezclar gramíneas y leguminosas, se logra una pastura más balanceada y mejora la dieta proporcionada al animal, logrando un forraje de alta calidad. Además, se obtiene el beneficio extra del ingreso de nitrógeno al sistema a través de la fijación biológica realizada por las leguminosas. Nutricionalmente, mientras las gramíneas proporcionan glúcidos y potasio, las leguminosas contienen más nitrógeno, calcio y magnesio (Soto, 1996).

### 2.3.1 Importancia de la mezcla de especies

Se debe buscar la correcta interacción entre los componentes de la mezcla, de manera que se logren captar de manera eficiente los recursos, combinando gramíneas de alto potencial de rendimiento, y leguminosas de alta capacidad nitrificadora (Carámbula, 2002-2004),

Las especies presentan distintos requerimientos para un óptimo crecimiento, es así que en las mezclas forrajeras existe compensación frente a variaciones climatológicas, distintas condiciones edafológicas y de manejo, obteniendo como resultado una producción más homogénea en el transcurso del año, mantenimiento de la productividad en el tiempo y flexibilidad en la utilización, en comparación a una pastura monoespecífica (Blaser et al., 1952).

Las pasturas mezcla permiten tener menores riesgos de enmalezamiento, una variable de importancia ya que la invasión de malezas pone en riesgo la durabilidad de la pastura (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Por otra parte, Herriott, citado por Carámbula (2002-2004) menciona que los animales que pastorean en mezclas presentan un mayor consumo que cuando las mismas especies se encuentran en siembras puras, mostrando una mayor apetecibilidad

por el forraje. Al mismo tiempo se evitan problemas nutricionales y fisiológicos como el meteorismo (leguminosas puras) e hipomagnesemia y toxicidad por nitratos (gramíneas puras). El autor menciona que un buen porcentaje de leguminosas uniformiza la materia seca digestible a lo largo de un lapso más amplio, estimulando de esta manera la producción animal

### 2.3.2 Composición de la mezcla

La elección de las especies que formarán la mezcla forrajera es decisiva tanto para su productividad como para su longevidad. En dicha elección es indispensable considerar tres factores fundamentales: suelo, clima y propósito. Por lo tanto, la misma debe contemplar las necesidades del sistema productivo (Carámbula, 2002-2004).

En general las gramíneas presentan mayor adaptación frente a distintas condiciones, lo que otorga productividad sostenida, adaptación a gran variedad de suelos, facilidad para preservar altas poblaciones, explotación del nitrógeno simbiótico, buena estabilidad en la pastura, baja sensibilidad a la defoliación, baja susceptibilidad a plagas y enfermedades, y competitividad frente a la invasión de malezas. Las leguminosas por su parte proveen nitrógeno al suelo, presentan un alto valor nutritivo para la dieta animal y promueven la fertilidad en suelos naturalmente pobres y degradados por mal manejo (Carámbula, 2002-2004).

Si bien esta superioridad de las leguminosas tiene aspectos positivos, la baja longevidad de estas en la pastura por problemas asociados a enfermedades y pérdida de plantas por un manejo inadecuado en la época estival, determinan que los espacios libres sean colonizados por malezas, lo que se traduce en pasturas menos productivas y de baja persistencia. Promover el uso de gramíneas perennes en la pastura resulta muy conveniente, ya que a medida que se generan espacios van siendo ocupados por las mismas reduciendo los riesgos de enmalezamiento y erosión (Carámbula, 2002-2004).

Al instalar una pastura el propósito es lograr una mezcla mixta bien balanceada de gramíneas y leguminosas. Carámbula (2002-2004) menciona que por lo general se acepta que idealmente debiera estar compuesta por 60-70 % de gramíneas, 20-30 % de leguminosa y 10 % malezas.

Langer (1981), hace referencia a que los máximos rendimientos de las mezclas de gramíneas y leguminosas se logran con la fertilización fosfatada de las pasturas, que estimula un máximo vigor de las leguminosas y como consecuencia, una fijación máxima de nitrógeno.

La composición botánica afecta en gran medida la selectividad animal. Frente a una mezcla, los animales tienden a elegir pastorear las leguminosas ante las gramíneas, debido a que son más apetecibles (Carámbula, 2002-2004). Laidlaw y Teuber, citados por Rocha et al. (2003), concluyen que el mayor valor nutritivo y el consumo más elevado de las leguminosas en relación a las gramíneas es consecuencia de una serie de factores, entre ellos una mayor tasa de quiebre de las partículas y digestión ruminal, mayor cantidad de nitrógeno no amoniacal alcanzando el intestino delgado, y mayor eficiencia de la utilización de la energía.

## 2.4 MANEJO DEL PASTOREO

### 2.4.1 Aspectos generales

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

Carámbula (2002-2004) manifiesta que para realizar un buen manejo es determinante que las pasturas se manejen de acuerdo con las características de las especies que las constituyen, con las variaciones climáticas y con los cambios morfofisiológicos que se producen en las plantas a lo largo de su ciclo.

Según Nabinger (1996), la pastura afecta directamente la condición del animal a través de la oferta en cantidad y calidad, pero a su vez, el animal afecta la condición de la pastura a través de los efectos provocados por el pastoreo. Estos efectos pueden ser benéficos, por ejemplo, influyendo en el proceso de senescencia, u otros menos deseables, como lo son la acción de selección, el pisoteo, el arrancado de plantas y las deyecciones.

La producción de forraje en las praderas se puede incrementar, mediante el manejo eficiente de diferentes estrategias de defoliación, reduciendo o incrementando la frecuencia e intensidad de pastoreo, para favorecer la tasa de rebrote en las plantas y disminuir las pérdidas por muerte y descomposición del forraje (Matthew et al., citados por Garduño Velázquez et al., 2009). Las estrategias de manejo en cuanto a intensidad, frecuencia y oportunidad de uso, ya sea por corte o pastoreo, tienen influencia directa sobre la composición botánica, la calidad y el rendimiento de las especies forrajeras (Hernández Garay et al., 1997).

## 2.4.2 Parámetros que definen el pastoreo

### 2.4.2.1 Intensidad

La intensidad de cosecha refiere al rendimiento de cada corte o pastoreo. La misma está determinada por el área foliar remanente al retirar los animales. Esta variable afecta el rendimiento de cada defoliación, condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total de la pastura. Una mayor intensidad, tiene influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado, pero negativa en la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 2002-2004).

Zanoniani et al. (2006b) mencionan que las diferentes intensidades de pastoreo generan cambios en la disponibilidad y en la estructura del forraje ofrecido a los animales. Altas intensidades de pastoreo generan pasturas más tiernas, con mayor proporción de hojas y tallos tiernos, determinando un mayor aprovechamiento del forraje, en cambio, con bajas intensidades de pastoreo se logran pasturas con tallos más desarrollados con menor proporción de hojas.

Cada especie tiene una altura mínima a la cual puede dejarse el rastrojo sin que el crecimiento posterior sea desfavorecido. Las especies prostradas admiten ser pastoreadas en promedio hasta los 2,5 cm y las erectas entre 5 y 7,5 cm, aunque estas últimas puedan adaptar parcialmente su crecimiento hacia arquitecturas más rastreras como respuesta a un manejo. (Carámbula, 2002-2004).

### 2.4.2.2 Frecuencia

En sistemas con pastoreos intermitentes, la frecuencia es una característica que define el sistema de manejo. Esta característica se define como el período de tiempo comprendido entre dos pastoreos sucesivos (Lemaire, 1997). Si bien cada especie posee un período de crecimiento limitado, cuanto mayor es la frecuencia de utilización, menor es el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos y por lo tanto más baja será la producción de forraje de cada uno de ellos (Carámbula, 2002-2004).

Cuando se realizan pastoreos demasiado frecuentes, la producción de reservas descende, del mismo modo que el peso de las raíces, lo cual se traduce en rebrotes más lentos y menor producción de forraje. De esta manera, las plantas se ven debilitadas y aumenta la susceptibilidad frente al ataque de enfermedades, pudiendo provocar su muerte (Formoso, 2000).

Por lo contrario, cuando los períodos de descanso son mayores, los rendimientos relativos de las pasturas son mayores debido a la recuperación de sus

reservas (Langer, 1981). Sin embargo, pastoreos poco frecuentes provocarán una acumulación y envejecimiento excesivo de la vegetación. Esto evitará la penetración de luz reduciendo fuertemente la población de macollos y estolones, aumentando las pérdidas de material debido a muerte de hojas viejas, disminuyendo así el valor nutritivo del forraje. Estas pérdidas de calidad se aceleran en la primavera, ya que aumenta la proporción de macollos encañados. Además de esto, aumentan las pérdidas por pisoteo y la cantidad de material rechazado por los animales, dificultando una utilización eficiente del forraje (Parga y Nolberto, 2006).

La frecuencia de la defoliación no solo tiene impacto en la misma estación en la que se realiza, sino además sobre las estaciones posteriores. A su vez, la disminución productiva en relación al aumento de la frecuencia de defoliación varía según la especie (Formoso, 1996).

Según Hodgson (1990) la altura de la pastura es el indicador más útil para los propósitos de manejo, es además la variable más sencilla para predecir la respuesta, tanto de la pastura como del animal.

Los efectos de un mismo manejo de defoliación varían con la estación del año y con las características morfofisiológicas de cada especie y/o cultivar (Formoso, 1996). Esto implica que el manejo de las frecuencias e intensidades de pastoreo debería ser diferencial en función de las distintas estaciones, así como los períodos de descanso para semillazón y/o regeneración natural, todo ello relacionado con las condiciones climáticas (Carámbula y Terra, 2000).

### 2.4.3 Efecto del pastoreo

Las pasturas son entidades dinámicas en las cuales los procesos de producción y pérdidas de tejidos ocurren de forma simultánea y continua. Los efectos del manejo sobre la acumulación neta del forraje pueden afectar a través de su influencia en la tasa de crecimiento y la tasa de pérdidas (Hodgson et al., citados por Acosta et al., 1998). La defoliación es la influencia más importante que tiene el animal sobre la pastura; esta no solo reduce el área foliar, el desarrollo de plantas y el crecimiento de hoja y raíz, sino que también altera el microambiente en cuanto a intensidad de luz, temperatura y humedad de suelo (Watkin y Clements, citados por Acosta et al., 1998).

#### 2.4.3.1 Efectos sobre las especies que componen la mezcla y su producción

Si se permite crecer de manera interrumpida a las pasturas puras o mixtas, la producción de materia seca aumenta según lo hace la longitud del período de crecimiento. Este período en el que el rendimiento aumenta es distinto en gramíneas y

leguminosas, fundamentalmente porque las mismas presentan una disposición espacial de las hojas diferente (Langer, 1981).

Zanoniani (1999), menciona que las especies se deben colocar en similares condiciones de competencia por los recursos, permitiéndoles la recuperación luego de finalizado el pastoreo. Esto implicaría descartar la opción del pastoreo continuo, ya que el mismo no tiene en cuenta estos aspectos. A diferencia, el pastoreo rotativo/racional permitiría contemplar los objetivos trazados.

Si el IAF remanente permite a la pastura quedar en una situación de equilibrio entre la fotosíntesis y la respiración (punto de compensación), el rebrote podrá iniciarse sin problemas y sin necesidad de tener que recurrir a las sustancias de reservas. Es decir que de acuerdo con la altura y la calidad del remanente al cual se deje la pastura luego del corte, las plantas tendrán que utilizar o no estas sustancias, la mayoría de ellas ubicadas en los órganos subterráneos (Jacques, citado por Carámbula, 2002-2004).

Langer (1981) sugiere que podrían obtenerse los máximos rendimientos de forraje permitiendo a las pasturas crecer en forma ininterrumpida y cosechando inmediatamente antes de que la velocidad de acumulación de materia seca disminuya o se detenga. De esta forma la pastura crecería a una tasa máxima durante el máximo tiempo posible.

#### 2.4.3.2 Efecto sobre las raíces

Un efecto considerable de la defoliación es la disminución de las sustancias de reserva en el sistema radicular, ya que cuando ocurre sobrepastoreo, se da una reducción importante en estos sistemas. En los períodos de sequía, se provoca una disminución de absorción de agua y nutrientes desde partes profundas del perfil del suelo, limitando el rebrote y la supervivencia de las plantas (Troughton, citado por Carámbula, 2002-2004).

El sobrepastoreo en el invierno modifica el microambiente de la pastura, principalmente a través del pisoteo, afectando la parte aérea de las plantas. También repercute en sus sistemas radiculares a través de la compactación. De este modo la aireación y la velocidad de infiltración del agua se ven reducidas (Edmond, citado por Carámbula, 2002-2004).

El correcto pastoreo y la existencia de especies con sistemas radiculares desarrollados y que alcancen diferentes horizontes favorecerán una mayor oportunidad de almacenar agua por mejoras en la infiltración, así como también tendrán un incremento en la disponibilidad de nitrógeno biológico en el suelo. Por el contrario,

las pasturas con pastoreos desmedidos presentarán sus sistemas radiculares ubicados muy superficialmente y la mejora en la capacidad para el almacenamiento de agua y la absorción de nitrógeno se verá limitada (Carámbula, 2002-2004).

#### 2.4.3.3 Efectos sobre la utilización del forraje

La vida media foliar y la capacidad de macollaje son dos parámetros que se deben considerar para realizar un manejo adecuado de las pasturas; el tiempo que vive una hoja indica cuál será la frecuencia de defoliación que optimizará la eficiencia de cosecha del forraje. Las especies que tienen un recambio foliar más rápido son las de corta vida media y se deben pastorear más frecuentemente si se las compara con especies de mayor vida media foliar. Este factor está afectado por la temperatura del ambiente, de modo que en primavera el recambio foliar es más rápido que en el invierno e intermedio en el otoño (Colabelli et al., 1998).

Cuando la pastura se encuentra en estado vegetativo y se trabaja con dotaciones bajas con manejo continuo o cuando se acumula forraje en exceso bajo un manejo rotativo, se observan pérdidas de cantidades importantes de materia seca, especialmente en los momentos de abundancia de forraje (Carámbula, 2002-2004).

Smetham, citado por Escuder (1997) señala que un aumento en la presión de pastoreo acarrea un aumento en la eficiencia de cosecha del forraje, pero como eso también implica una disminución en el IAF y consecuentemente una menor intercepción de luz, la eficiencia de producción de forraje se reduce.

#### 2.4.3.4 Efectos sobre la morfología y estructura de las plantas

La morfología y estructura de las plantas se ve modificada a consecuencia del pastoreo. Esta incidencia depende principalmente de la especie animal y de la carga que esté soportando la pastura. El efecto de la defoliación no es significativo cuando ocurre en la lámina de la hoja, pero se aprecia una disminución en el largo de estas cuando son defoliadas a nivel de su vaina (Grant et al., 1981).

Hay y Newton, citados por Olmos (2004) expresan que bajo regímenes de defoliación severos la tasa de aparición de nudos y el crecimiento de las yemas axilares se reduce notablemente. Esto provoca un aumento en la mortandad de plantas, y afecta en mayor medida el desarrollo de las yemas reproductivas en comparación con las vegetativas.

El aumento en la tasa de macollaje debido al uso más intenso y frecuente de una pastura es consecuencia de un cambio en el ambiente contiguo a cada una de las plantas, provocado principalmente por el corte de plantas vecinas. Estos cortes

permiten un ambiente lumínico más favorable en la base de las mismas para la aparición de macollos (Voisin y Younger, citados por Brancato et al., 2004).

#### 2.4.3.5 Efectos sobre la composición botánica

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

Jones, citado por Barthram et al. (1999) advierte que existen momentos críticos del año para una pastura, donde darle tiempo de recuperación luego de una defoliación, así como pastorearla intensamente, puede alterar la composición de especies de la misma. El tiempo de ese período crítico depende de las especies presentes, pero en general, pastoreos aliviados durante el período de alto potencial de crecimiento favorecerán la predominancia de las gramíneas en la pastura.

A través de la defoliación se puede hacer variar las proporciones de las diferentes especies que constituyen la pastura. Con defoliaciones frecuentes la mayoría de las leguminosas se ven favorecidas, debido a que con áreas foliares pequeñas absorben más energía que las gramíneas, en general estas últimas ven estimulado su crecimiento en los casos de defoliaciones poco frecuentes (Carámbula, 2002-2004). Con una altura igual de rastrojo remanente, las gramíneas interceptan menos luz (por la disposición de sus hojas) que las leguminosas; esto lleva a que se recuperen más lentamente luego de un corte. También es posible encontrar estas diferencias entre los tipos de gramíneas erectos y postrados (Carámbula, 2002-2004).

Ante la búsqueda de un balance óptimo entre gramíneas y leguminosas, Carámbula (2002-2004) sostiene que al aumentar la proporción de las gramíneas en el tapiz y disminuir la presencia de las leguminosas se produce un decremento en las producciones animales, mientras que al aumentar la contribución de las leguminosas en detrimento de las gramíneas se incrementa la producción de carne.

En líneas generales, para lograr un buen balance entre gramíneas y leguminosas, Carámbula (2002-2004) recomienda pastoreos frecuentes y mucho nitrógeno en el suelo.

Bajo pastoreo rotativo controlado con altas cargas, Carámbula (2002-2004) muestra que parcelas fertilizadas cambian su composición florística predominando las especies deseables. En cambio, sin subdivisiones adecuadas y bajo pastoreos no controlados, casi no muestran cambios en su composición botánica ni en su longevidad, porque el pastoreo selectivo anula el efecto benéfico del fertilizante.

#### 2.4.3.6 Efectos sobre la persistencia

El pastoreo si no es bien manejado genera áreas contrastantes, unas que son severamente pastoreadas, hasta otras que permanecen muy aliviadas, lo cual afecta la persistencia de diversas maneras. En las gramíneas el riesgo de baja persistencia se explica en base a la presencia de macollas inestables, por ser estas pequeñas y débiles (Hughes y Jackson, citados por Carámbula, 2002-2004).

Si la defoliación por parte de los animales se realiza de acuerdo con las recomendaciones especificadas para cada especie y circunstancia, el pastoreo directo no generaría inconvenientes. Por el contrario, algunos factores asociados podrían ser los que provocarían precisamente, ciertos efectos nocivos sobre las pasturas. Se aluden el pisoteo, el pastoreo selectivo, el traslado de fertilidad, entre otros, los cuales deben ser considerados para orientar el manejo de forma tal que la persistencia no sea perjudicada (Carámbula, 2002-2004).

El manejo del pastoreo interactúa de manera compleja con los factores ambientales dominantes y los recursos genéticos; cuando las presiones ambientales son severas (altas temperaturas, sequías), el manejo es crítico y determinante para tratar de no afectar la persistencia de las plantas (Carámbula, 2002-2004).

La persistencia en especies perennes debe favorecerse con pastoreos que permitan la aparición de nuevas unidades de crecimiento. Para ello es central administrar el pastoreo de forma tal que los procesos de macollaje y formación de tallos, rizomas y estolones, no se vean afectados negativamente (Carámbula, 2002-2004).

Carámbula (2002-2004), sostiene que la vida de una pastura depende del manejo al cual se la someta el primer año de vida. Con pastoreos demasiado frecuentes en la primer etapa, no se permite a las plantas acumular reservas en órganos subterráneos, lo que provoca la muerte de las mismas cuando llegan épocas donde la humedad de los suelos es escasa. García (1992), menciona que es razonable esperar de las plantas perennes que su supervivencia en la siembra original sea mayor que la de las plántulas que surjan más tarde de las semillas producidas, dado que las plantas originales experimentarán una menor competencia en la fase joven y podrán desarrollarse más rápidamente.

#### 2.4.3.7 Efectos sobre la calidad

Las pasturas son capaces de ofrecer un alimento bien equilibrado, al cual los rumiantes se encuentran muy adaptados. Sin embargo, este equilibrio se da siempre y cuando las plantas estén en un estado de desarrollo adecuado, ya que la calidad o valor

alimenticio de un forraje no se relaciona con el volumen del forraje disponible, sino con el momento del ciclo en que se encuentra la pastura al ser cosechada (Carámbula, 2002-2004).

Para que una pastura mantenga una alta calidad, el manejo debe favorecer la proporción de hojas verdes a lo largo de todo el año. Este estado de las hojas permitirá alcanzar porcentajes de digestibilidad comprendidos en un rango de 65 a 75%, dado que el alto contenido de hojas está relacionado básicamente con la presencia de poca pared celular (hemicelulosa, celulosa, y lignina) y alto contenido celular (azúcares, proteínas, lípidos y minerales) (Munro y Walters, 1986). La alta palatabilidad y la presencia de carbohidratos solubles están relacionadas con el número de cromosomas que posee cada cultivar. En el caso del raigrás, en los cultivares tetraploides este contenido de carbohidratos solubles es mayor, resultando entonces en una mayor palatabilidad y aceptación por parte del animal (Barclay y Vartha, citados por Langer, 1981).

Para lograr un buen manejo de las pasturas cuando estas pasan a su etapa reproductiva, es necesario contemplar que la producción de forraje en este momento depende del desarrollo de los tallos fértiles, de los tallos vegetativos, y de la aparición de nuevas macollas y tallos pequeños que van reemplazando a los tallos fértiles cuando estos son removidos (Carámbula, 2002-2004).

A medida que avanza el ciclo de maduración de una pastura, la calidad de forraje decae. Esto se debe a: translocación de carbohidratos y proteínas hacia la inflorescencia y frutos, aumento de la lignificación de las paredes celulares y disminución de la relación hoja/tallo, fundamentalmente en la fracción gramínea, ya que en las leguminosas estos cambios son menos notorios (Millot et al., 1987).

De este modo es ideal comenzar con el control temprano en la primavera, cuando el animal no puede discriminar entre macollas vegetativas y reproductivas. Si esto se logra, el macollaje será activo, con sistemas radiculares más profundos y con entrega de forraje de mayor calidad hacia el verano. Estos pastoreos de inicio y fines de primavera no deberán ser intensos. El concepto aplica para especies perennes donde la floración no es necesaria, y tiene beneficios suprimirla (salvo en algunas especies y bajo determinadas circunstancias). En especies anuales donde hay que favorecer la floración y fructificación para asegurar la persistencia el manejo no se podrá desarrollar de la misma manera (Carámbula, 2002-2004).

En términos generales, según Langer (1981), para obtener mayores rendimientos y de menor calidad son necesarios manejos de pastoreo poco frecuentes

e intensos, por lo contrario, cortes o pastoreos repetidos y aliviados, promueven menores rendimientos de forraje, pero de mayor calidad.

## 2.5 PERSISTENCIA DE LA PASTURA

Carámbula (2002-2004), plantea que una de las controversias o rechazos que se presentan al momento de decidirse a sembrar una pastura perenne por parte de los productores, refiere a cuantos años de producción aceptable brindará dicha pastura para poder amortizar su costo de implantación, ya que el mismo es elevado por unidad de área. La respuesta no es sencilla ya que son varios los factores que influyen en la persistencia de una pastura, los cuales no son independientes.

La base de las pasturas sembradas en todo el mundo se compone por un número limitado de especies forrajeras, que se encuentran en una gran diversidad de escenarios y ambientes, debiéndose adaptar a suelos y condiciones climáticas muy diferentes a las de su sitio de origen. A estas especies, se les ha hecho un proceso de selección basado muchas veces en el aumento de producción y no en la persistencia. Así es que éstas deben enfrentarse a especies autóctonas adaptadas a permanecer en ese ambiente (Arrospide y Ceroni, 1980).

García et al. (1981), indica que existen tres componentes principales que afectan la longevidad y productividad de las pasturas sembradas: el medio ambiente, el manejo y los recursos genéticos. Éstos están operando constantemente y tienen una fuerte interacción entre sí.

Darwich y González (1982) mencionan que la persistencia de las pasturas es frecuentemente reducida por varios factores: bajos niveles de fósforo asimilable, pobre rotulación de leguminosas, incorrecta elección de genotipos, desconocimiento de prácticas adecuadas de manejo y adversidades climáticas.

Para lograr una pastura persistente es fundamental una buena implantación. Los factores que afectan la implantación son el medio ambiente (clima y suelo), la calidad de la semilla (germinación y pureza), los métodos de siembra (densidad y distribución) y el ataque de enfermedades y plagas como hongos e insectos (García et al., 1981). Respecto a esto último, Altier (2010) señala que plagas y patógenos causan su mayor efecto en la etapa inicial. Debido a esto, se debe priorizar un rápido proceso de implantación de manera de atravesar la etapa más susceptible de la pastura en el menor tiempo posible. La protección con fungicidas e insecticidas que no afecten a los rizobios, constituyen una tecnología de alta eficiencia en el aumento de la proporción de plantas establecidas.

Entre los factores ambientales que influyen en la germinación las semillas, la humedad y temperatura son los más determinantes (Hadas, 2004). De esta manera, según Carámbula (2002-2004) se visualizan dos posibles fechas de siembra, una en otoño y otra en primavera temprana, de éstas, otoño es la estación por la que normalmente se opta debido a que proporciona un lapso en el que asegura un correcto desarrollo radicular previo al verano, período en el que períodos de sequía ocasionan muerte de plantas que no logran el desarrollo adecuado.

En cuanto al método de siembra, la siembra en líneas coloca la semilla en mayor contacto con el suelo y nutrientes provenientes del fertilizante, con un mayor contenido de humedad, así como una uniforme profundidad de siembra. De todos modos, el método al voleo es apto y se recomienda para las leguminosas, mientras que para las gramíneas es más imprescindible la siembra en la línea, debido a las características de las especies (Carámbula, 2002-2004).

Con respecto a los factores edáficos de mayor importancia se resaltan las deficiencias de fertilidad y los problemas de acidez. Buxton (1989), establece que, de los componentes de las pasturas perennes, las leguminosas tienen generalmente un menor rango de adaptación y menor elasticidad a estreses ambientales y del pastoreo que las gramíneas, y requieren, por lo tanto, mejor manejo para persistir y permanecer productivas. En cuanto al estrés por agua, las gramíneas presentan una mayor tolerancia al déficit que las leguminosas. Esto se explica en parte por la menor pérdida de agua por transpiración, y un sistema radicular adventicio más desarrollado, que las posiciona de mejor manera (Carámbula, 2002-2004).

La compactación presente en los suelos favorece el anegamiento por una menor infiltración, ocasionando de esta manera un menor desarrollo radicular y afectando la sobrevivencia. En suelos de compactación significativa las especies con raíces reservantes, sistemas radiculares estoloníferos y/o rizomatosos, presentan ciertas dificultades para su desarrollo debido a la resistencia a la penetración (García, 1992).

Carámbula (2002-2004), menciona que el elemento de vital importancia en la producción de biomasa es el nitrógeno. Según García (1992) la inclusión de leguminosas inoculadas con su rizobio específico es crucial a la hora de pensar en pasturas persistentes, de manera de aportar nitrógeno al sistema mediante la fijación biológica. Este proceso es afectado por condiciones de anaerobiosis.

Carámbula (2002-2004) sostiene que las especies perennes son las que en mayor medida contribuyen a la persistencia de las pasturas sembradas. Una forrajera perenne, presenta mayor masa radicular en la cual acumula reservas y proporciona

frente a condiciones de estrés el sustrato necesario para sobreponerse, evitando la aparición de espacios libres de competencia en el cual las malezas logren colonizar; brindándole a la pastura en su conjunto estabilidad durante su ciclo productivo.

El manejo del pastoreo es uno de los factores con mayor incidencia en la persistencia de las pasturas (Sheath et al., 1989). Mantener el equilibrio poblacional entre especies forrajeras en una pastura compuesta por gramíneas y leguminosas es un desafío a la hora de determinar el manejo del pastoreo ya que estas especies generalmente se adaptan a distintos manejos. Esa capacidad de tolerar distintas frecuencias e intensidades de defoliación se relaciona a las diferencias en las características morfológicas y fisiológicas que se presentan entre las mismas (Paladines y Lascano, 1983).

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

En leguminosas, el pastoreo frecuente puede reducir el desarrollo epidémico de enfermedades foliares, pero también puede aumentar los problemas de enfermedades radiculares al someter a las plantas a condiciones de estrés y reducir la capacidad para un crecimiento radicular vigoroso (Latch y Skipp, 1987).

Carámbula (2002-2004), menciona que en especies perennes la promoción de unidades de crecimiento mediante procesos activos de macollaje, formación de tallos, rizomas y estolones es de vital importancia si el objetivo es mantener pasturas persistentes.

## 2.6 DEGRADACIÓN DE PASTURAS

Según Spain y Gualdrón (1991), se considera que una pastura está degradada cuando ha sufrido una disminución considerable de su productividad potencial en unas condiciones edafo-climáticas y bióticas dadas.

### 2.6.1 Aspectos involucrados en el proceso de degradación

La degradación de una pastura perenne implantada ocurre de manera natural, los factores involucrados en este proceso van, desde la incorrecta elección de las especies hasta el inadecuado manejo de las mismas, influenciados por la actividad animal. El manejo incorrecto del pastoreo y la pérdida de fertilidad del suelo llevan a la pastura a una cíclica desaparición de las especies forrajeras más productivas siendo

éstas reemplazadas por las menos productivas y de menor calidad nutritiva (Peralta, 2002).

#### 2.6.2 Vías finales de degradación de las pasturas

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

#### 2.6.3 Evolución hacia el campo natural

Este proceso ocurre en las regiones ganaderas en donde los suelos no tienen historia agrícola previa, aquí las praderas se instalan sobre campo natural o con muy pocos cultivos previos, generalmente, algún verdeo invernal (Udelar. FA, 1997). La regeneración se registra tanto más rápido cuanto más alta sea la frecuencia de géneros nativos agresivos como *Axonopus* y *Paspalum* en suelos arenosos y *Stipa* spp. en suelos pesados, cuanto más incompleta haya sido la preparación del suelo y cuanto más equivocado haya sido el manejo de la pastura sembrada (García et al., 1981).

#### 2.6.4 Evolución hacia la dominancia de gramíneas perennes

Ocurre en pasturas perennes mezcla de gramíneas y leguminosas que parten de una buena implantación, luego de la desaparición del componente leguminosa se da una evolución hacia un equilibrio en el cual domina la especie gramínea sembrada (Carámbula, 2002-2004).

La gramínea perenne, es favorecida por el aumento de la fertilidad y por el incorrecto manejo del pastoreo, por lo cual tiende a endurecerse y a formar maciegas las cuales son rechazadas por los animales, los cuales agobian a las pocas leguminosas presentes (Carámbula, 2002-2004). García et al. (1981), señala que la falla en la resiembra natural de las leguminosas lleva a la conformación del festucal.

#### 2.6.5 Evolución hacia dominancia de gramilla

En las zonas con mayor intensidad de uso de la tierra los suelos presentan diferentes grados de infestación de gramilla, como consecuencia de los sistemas previos de explotación. La evolución hacia gramillales se debe a causas como: la mala implantación de la pastura, la escasez de gramíneas perennes, tanto invernales como estivales en las mezclas forrajeras sembradas, la utilización generalizada de mezclas

forrajeras formadas solo por leguminosas o asociadas, tanto con raigrás anual como con gramíneas perennes a bajas densidades, y el manejo del pastoreo desacertado particularmente en los meses de verano (Carámbula, 2002-2004).

Estas situaciones llevan a consecuentes decrementos en cantidad y calidad del forraje producido anualmente, así como una producción invernal nula (García et al., 1981).

## 2.7 RENOVACIÓN DE PASTURAS

La renovación de pasturas es una herramienta de manejo con el fin de recuperar la productividad de la pastura degradada o en vías de la misma (García, citado por Carámbula, 2002-2004).

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

Ferrari (2014) señala que las herramientas empleadas para el rejuvenecimiento son varias y se pueden combinar de distintas formas en función del objetivo buscado, tales como el fomento del banco de semillas forrajeras del suelo, la aplicación de herbicidas para controlar la competencia, la interseembra de especies faltantes, y el uso de fertilizantes para beneficiar el desarrollo de las forrajeras valiosas.

Barcellos (1986), menciona que la deficiencia de nitrógeno suele ser el factor de fertilidad más asociado con la iniciación de los procesos de degradación de pasturas. En la medida que la degradación continúa, Spain y Gualdron (1991) mencionan que cuando se toma la decisión de rehabilitación de la pastura, el fósforo puede ser ya el factor más limitante; el azufre suele ser limitante para las leguminosas en suelos con bajo contenido de materia orgánica, y dentro de los micronutrientes, la deficiencia de zinc es la que más afecta a las leguminosas. Según Carámbula (1991), existen variadas estrategias para el rejuvenecimiento de una pastura, desde una simple fertilización fosfatada hasta intersembros de leguminosas en el tapiz.

### 2.7.1 Criterios generales a tener en cuenta en la renovación

Previo a la decisión de renovar o revitalizar el mejoramiento se deben realizar ciertas observaciones que permitan diagnosticar en forma clara y precisa el estado

actual de la pastura. A tales efectos se deberán considerar tanto aspectos relacionados a la composición botánica (presencia de especies introducidas, malezas), así como también las condiciones del suelo como la fertilidad y la compactación. En este sentido, por las distintas condiciones que se puedan llegar a presentar en cada situación habrá soluciones o técnicas que sean muy diferentes entre sí (Carámbula, 2002-2004).

### 2.7.2 Factores asociados a una buena implantación y persistencia de la renovación

La fase de implantación de las intersembras no es menos crítica que la de una pastura sembrada recientemente. Los problemas de implantación se deben en muchos casos a que no se alcanzan las condiciones ambientales adecuadas para la introducción de especies en el tapiz. Entre ellos se encuentran un mal contacto semilla-suelo, alta competencia del tapiz residente, deficiencias de fósforo, incorrecta fecha de siembra y métodos de siembra que no son acordes a la situación presente (Carámbula, 1991).

Con respecto al periodo a realizar las intersembras, el otoño se muestra como lo más conveniente, siendo a su vez lo más temprano que las lluvias lo permitan. Esto es importante ya que el suelo posee temperaturas que posibilitan un rápido desarrollo inicial. Por otro lado, también es importante que haya suficiente nivel de agua en el perfil y que la superficie del suelo se mantenga húmeda (Amadeo, 2001). En contraposición, las siembras tardías colocan el proceso de implantación en fecha de ocurrencia de bajas temperaturas, las cuales causan un efecto de retraso en la germinación y un menor crecimiento durante la implantación. A su vez el riesgo de muerte ocasionada por heladas aumenta (Bermúdez et al., 1996).

Para el éxito de la intersiembra, Carámbula (1996) recomienda debilitar momentáneamente la vegetación, pastoreando intensamente en verano y principios de otoño; los mismos no se realizan con muchos meses de anticipación ni se prolongan por mucho tiempo, ya que esto puede promover la formación de un tapiz vegetal rastrero que puede competir en mayor grado sobre las semillas germinadas.

### 2.7.3 Renovación por medio de la intersiembra de nuevas especies

Esta incorporación puede ser tanto de especies valiosas que se han perdido, de especies ya existentes que se encuentren en bajas densidades o simplemente la incorporación de nuevas especies de gran producción y calidad nutricional (Ferrari, 2014).

La incorporación de leguminosas que mejoran la calidad forrajera final y contribuyen al crecimiento de las gramíneas mediante la fijación biológica del nitrógeno es de gran significancia. La fijación biológica es una forma económica, eficiente y permanente de introducir nitrógeno al sistema (Lascano y Spain, 1988). Es

de destacar que la utilización de consociaciones gramínea-leguminosa mejora en el suelo los aspectos físicos (densidad aparente, infiltración) debido al sistema radicular de los dos tipos de especies, se incrementa la tasa de mineralización y la relación C:N por el aporte de materia orgánica de mejor calidad y se favorece la diversidad de la fauna del suelo (Gijssman y Thomas, 1996).

Las especies más adaptadas a esta técnica son el trébol rojo, lotus, raigrás anual, cebadilla criolla y achicoria (Ferrari, 2014). En intersembras en las que la gramínea perenne es reemplazada por el raigrás anual, la mezcla se vuelve más precoz otorgando mayor producción de materia seca en menor tiempo, lo que permite pastoreos en el otoño del primer año. En el caso del trébol rojo, las intersembras presentan similar distribución de la producción, pero con menor persistencia que el lotus, esto se debe a la corta vida del trébol rojo, el cual debido a enfermedades de raíz y corona no logra superar el segundo año con un stand de plantas aceptable (Carámbula, 1991). Como limitantes de la incorporación de algunas leguminosas en este tipo de mejoramientos pueden destacarse el bajo aporte de materia seca, una implantación lenta y la baja persistencia en pastoreo (Baars y Jenkins, 1996).

#### 2.7.4 Importancia de la fertilización

Según Carámbula (2002-2004), se tiene certeza de la importancia del agregado de los elementos minerales necesarios mediante fertilizantes para lograr rendimientos satisfactorios de las pasturas. Existe una gran variedad de información respecto a la fertilización de las pasturas en el país, siendo los nutrientes más estudiados nitrógeno y fósforo. Stoddart et al. (1975) mencionan que el agregado de estos nutrientes conjuntamente tiene mayor impacto que la aplicación de ambos elementos por separado.

##### 2.7.4.1 Importancia de la fertilización fosfatada

El fósforo es un macronutriente esencial primario que compone sustancias orgánicas necesarias para la obtención de energía en las células vegetales, y así lograr el funcionamiento de los procesos vitales y reacciones metabólicas, entre otras funciones. La deficiencia de fósforo impacta negativamente el crecimiento y el desarrollo de las pasturas (Carámbula, 2002-2004).

La habilidad competitiva de las leguminosas es comparativamente menor que la de las gramíneas en condiciones restrictivas en el nivel del nutriente. Engelstad y Terman (1980) sostienen que esta diferencia puede ser explicada por diferencias en la morfología; las gramíneas producen una densa red de raíces finas y fibrosas que ramifican dentro de los estratos del suelo, capaz de explorar toda la masa del suelo y extraer suficientes cantidades de fósforo. Las leguminosas, en cambio, presentan un

sistema radicular con una raíz principal o ramificaciones de menor extensión y fibrosidad, lo cual disminuye comparativamente la capacidad de exploración.

Morón (2008) cataloga los suelos del Uruguay como suelos naturalmente deficientes en su capacidad de suministro de fósforo. En suelos con pH entre 5,0 y 7,5, deficientes en fósforo, la fertilización fosfatada tiene alta respuesta en cuanto a la producción de forraje. Por otro lado, en suelos ácidos la respuesta es menor debido a que el nutriente rápidamente se convierte a formas insolubles, no disponibles para las plantas (Whitehead, 2000). La respuesta al fósforo agregado disminuye a medida que aumentan los niveles de fósforo disponible en el suelo (Carámbula, 2002-2004). Además, Santiñaque (1979) menciona que la respuesta a la fertilización difiere según la edad de la pastura; a medida que la misma envejece la respuesta disminuye como consecuencia de una menor densidad de leguminosas en la mezcla, entre otros factores.

Varios ensayos de fertilización tanto a nivel de parcelas como con animales han demostrado que la aplicación de fertilizantes fosfóricos incrementa la producción de materia seca entre un 30 y un 40 %, mejora significativamente el contenido de leguminosas nativas y aumenta en un 60 % el contenido de P en el pasto (Pizzio y Royo Pallarés, 1995).

#### 2.7.4.2 Importancia de la fertilización nitrogenada

El nitrógeno es un macronutriente esencial, juega un rol esencial en el crecimiento del vegetal, ya que es constituyente de moléculas como la clorofila, los aminoácidos esenciales, las proteínas, las enzimas, las hormonas y el trifosfato de adenosina (ATP). Además, el N es esencial en muchos procesos metabólicos, como, por ejemplo, la utilización de los carbohidratos (Perdomo y Barbazán, 1999).

Los procesos primarios que determinan el crecimiento vegetal son los que involucran el intercambio de gases entre las hojas y el aire circundante: fotosíntesis, respiración y transpiración (Taiz y Ziegler, 2006). El intercambio de gases se lleva a cabo a través de los estomas y responde a diversos factores ambientales, entre los que remarcan la luz, la concentración de CO<sub>2</sub> y la disponibilidad de nitrógeno (Schulze et al., 2005).

Según Wilman y Wright (1983), se observa un gran efecto de la fertilización nitrogenada sobre la productividad de las pasturas por sus efectos directos sobre la fisiología y morfología de las plantas, estando la respuesta en términos de crecimiento fuertemente afectada por las condiciones del medio ambiente. El efecto que genera fertilizar con dicho nutriente en el crecimiento de la pastura se demuestra por la acción que provoca sobre los componentes del área foliar: la longitud de las hojas y la densidad de los macollos (Mazzanti et al., 1994). En consecuencia, la utilización de

nitrógeno mineral en gramíneas aumenta tanto la producción de forraje (Lesama y Moojen, 1999) como la producción animal (Soares y Restle, 2002).

Bottaro y Zavala (1973), mencionan que la fertilización nitrogenada surge como una herramienta para lograr una buena distribución de biomasa a lo largo del año, y a su vez más homogénea. Mediante buenos manejos de este nutriente se logra aumentar la producción en momentos de escasez a lo largo del año. Van Burgh, citado por Carámbula (2002-2004), comenta que el agregado de nitrógeno permite elevar el rendimiento en términos de materia seca y, además, acelerar el crecimiento, permitiendo pastoreos más tempranos.

Es importante tener en cuenta que el uso indiscriminado de fertilizante nitrogenado puede provocar acidificación del suelo, provocando dificultades para el desarrollo vegetal (Carámbula, 2002-2004).

Dentro de la composición botánica, el enmalezamiento es un factor clave para decidir la factibilidad de la fertilización. El nivel de malezas en la pastura se encuentra relacionado inversamente al potencial de respuesta al agregado de N (Carámbula, 2002-2004).

Algunos resultados muestran que la aplicación de nitrógeno tiende a mejorar la producción, persistencia y calidad, especialmente de las gramíneas (Ayala et al., citados por Berretta, 1998). Zanoniani y Noel (1997) cuantificaron el grado de respuesta mediante rangos en verdeos, considerando una alta respuesta cuando se obtienen más de 25 kg de materia seca por cada kg de N agregado, una respuesta media cuando se produce entre 10 y 25 kg de forraje por kg de N y una baja respuesta cuando se produce entre 5 y 10 kg de materia seca por kg de N agregado. Fontanetto et al. (2010) encontraron respuestas de 26 kg MS producidos por kg N aplicado en raigrás, junto con una mejora en el contenido de proteína bruta promedio de 0,6% con dosis de 40 kg de Nitrógeno mediante fertilización con urea.

#### 2.7.4.3 Efecto sobre variables morfológicas

Chapman y Lemaire (1993) definen a la morfogénesis de las plantas como la dinámica de generación (génesis) y expansión de la planta en el espacio (morfos).

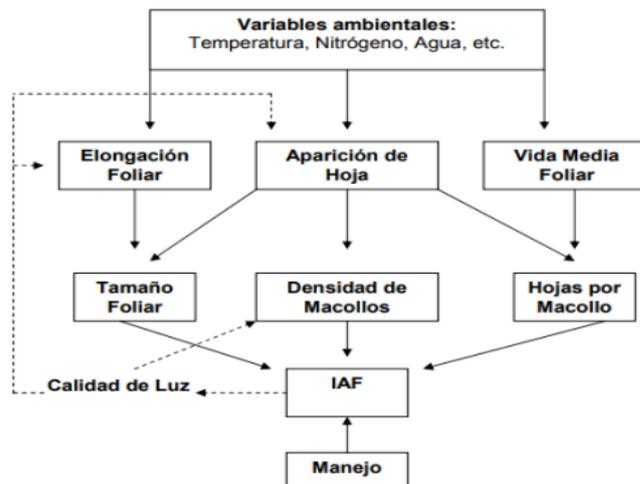


Figura No. 1. Relación entre variables morfológicas y las características estructurales de la planta

Para el caso de pasturas en estado vegetativo, donde solo se da la producción de hojas, la descripción de la morfogénesis se basa en tres características principales: la tasa de aparición foliar (TAF), la tasa de elongación foliar (TEF) y la vida media foliar (VMF). Dichas características, están determinadas genéticamente, aunque son influenciadas por variables del ambiente como temperatura, nutrientes y agua (Chapman y Lemaire, 1996).

Colabelli et al. (1998), mencionan que los efectos que produce el nitrógeno sobre las variables morfológicas y estructurales tienen fuerte incidencia en el desarrollo del índice de área foliar. Dichos autores sostienen que, en condiciones severas de déficit de nitrógeno, el número de hojas puede verse perjudicado por un aumento en la tasa de senescencia foliar, ya que el nitrógeno tiende a traslocarse a zonas de mayor prioridad en la planta.

## 2.8 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

### 2.8.1 Características morfológicas

La TAF representa la tasa por la cual son producidas las nuevas hojas en un macollo (Lemaire y Agnusdei, 2000). El filocrón es el tiempo que transcurre entre la iniciación de dos hojas sucesivas, siendo esto lo inverso a la tasa de aparición foliar, el filocrón es un parámetro relativamente constante cuando es expresado en tiempo

térmico (grados-día), otorgando así una base de escala de tiempo para el estudio de la morfogénesis de las plantas (Chapman y Lemaire, 1993).

La tasa de aparición foliar es de gran importancia en el proceso de producción de materia seca (Anslow, citado por Boggiano, 2000), debido a que es la variable morfogenética que más participa en el desarrollo de las características estructurales de la pastura, donde determina la densidad de macollos e influye sobre la longitud y número de hojas por macollos (Chapman y Lemaire, 1993).

De las variables ambientales, la temperatura es la más determinante en la tasa de aparición de las hojas, mientras que la fertilización nitrogenada tiene poco efecto sobre la tasa de aparición foliar, tanto en plantas individuales como en pasturas densas (Whitehead, 1995).

La tasa de elongación foliar, según Colabelli et al. (1998), se define como el incremento en longitud de lámina verde en un intervalo de tiempo o de suma térmica. Gastal y Lemaire, citados por Bélanger et al. (1992) indican que la tasa de elongación de hojas depende en gran medida de la nutrición nitrogenada.

El tiempo que transcurre entre el inicio del rebrote y el comienzo de la senescencia se lo denomina Vida Media Foliar (VMF). Si una pastura es pastoreada antes de cumplido dicho tiempo, los animales se alimentarán de un material de calidad, y el remanente servirá para asistir el nuevo rebrote. Conocer cuánto tarda en morir el forraje producido es importante para definir el período máximo que debería extenderse el intervalo de rotación (Agnusdei et al., 2014).

Davies (1988), indica que el número de hojas vivas que soporta un macollo promedio de un determinado material genético está definido por la tasa de aparición foliar y por la vida media foliar.

El nitrógeno afecta variables como el tamaño final de hojas, largo de tallos y pseudo-tallos, densidad y peso promedio de macollos (Marino et al., citados por Mazzanti et al., 1997a).

### 2.8.2 Características estructurales

En el crecimiento vegetativo, cuando se combinan las tres características morfogenéticas se determina la estructura de la pastura, mediante otras tres variables: tamaño de hoja, número de hojas por macollo y densidad de macollos. Dichas características estructurales son determinantes del índice de área foliar, regulador de la dinámica de rebrote de la pastura mediante la intercepción de luz (Cruz y Boval,

1999). La relación entre la tasa de aparición foliar y la tasa de elongación foliar determina el tamaño foliar.

Formoso (2010) menciona que las macollas son la unidad básica de producción de materia seca, y que la producción de forraje y de semillas está condicionada por el número, condición fisiológica y vigor de las mismas.

Cuando hay deficiencia de nitrógeno, el desarrollo de los macollos es inhibido, cuando se incrementa el abastecimiento de nitrógeno a las plantas que están creciendo de forma individual, incrementa el número de macollos por plantas (Whitehead, 1995). Por lo tanto, podemos decir que fertilizar con nitrógeno en condiciones donde no haya otras limitantes usualmente promueve el macollaje.

Según Davies (1974), la densidad de macollos está parcialmente relacionada con la TAF, y esta determina el número de sitios potenciales para la aparición de macollos. Por esta razón, Chapman y Lemaire (1996) señalan que los genotipos con alta tasa de aparición foliar tienen alto potencial de macollaje y determinan una pastura con una densidad de macollos mayor que aquellos con una baja tasa

El rendimiento real máximo alcanzado depende principalmente de la energía luminosa que las plantas reciben, y ésta, así como la temperatura, disminuye en el período comprendido desde otoño hasta mediados de invierno. Cuando inicia la primavera, tanto la energía solar como la temperatura vuelven a aumentar y el rendimiento también aumenta hasta la floración de las gramíneas. Una vez que estas florecen, la producción de materia seca se vuelve muy lenta, la tasa de crecimiento de toda la pastura decae y puede incluso volverse negativa (Langer, 1981).

La relación existente entre la estructura de la pastura, la producción y la utilización de forraje está explicada por el IAF (relación entre el área de las hojas de un cultivo y el área de suelo que ocupa). La productividad neta máxima está ubicada en un rango de índice de área foliar de 3-5 para gramíneas. La productividad se ve limitada con IAF menores, debido a que se intercepta menos luz, y con IAF mayores, ya que se producen importantes gastos de energía por respiración y pérdidas por senescencia (Davies, Parsons, Chapman y Lemaire, citados por Gastal et al., 2004).

Aunque las leguminosas y las gramíneas postradas tienen rebrotes más rápidos, llegan antes a su IAF óptimo, logrando menores rendimientos de forraje que las gramíneas erectas. Se podría afirmar entonces que los mayores rendimientos de forraje se dan con manejos más aliviados de gramíneas de porte erecto (Carámbula, 2002-2004). Según Heitschmidt (1984), las plantas de porte erecto aumentan su producción y su persistencia proporcionalmente con los períodos de descanso. Por lo

tanto, se obtendrían mayores producciones por hectárea en manejos rotativos en comparación con pastoreos continuos.

Luego de un pastoreo, la prioridad de la planta se dirige a maximizar la velocidad de rebrote, haciendo un uso eficiente de la energía remanente post defoliación con la finalidad de restablecer lo antes posible un balance positivo de fijación de energía (Chapin et al., Richards, citados por Formoso, 1996). La tasa de crecimiento de la pastura aumenta hasta que el 95% de luz incidente es interceptada, siendo la acumulación neta de forraje máxima. Luego la tasa neta foliar comienza a disminuir porque las hojas en las capas inferiores del canopeo están a la sombra, debajo de su punto de compensación de luz, lo que resulta en una pérdida de carbono neto a través de estas hojas por respiración. A su vez, Chapman y Lemaire (1993), hacen referencia a que la acumulación de material senescente afectaría la capacidad fotosintética y por ende la productividad.

Según Carámbula (2002-2004), el mayor rendimiento en cuanto a producción de la pastura se da si se mantiene el mayor tiempo posible la etapa de máximo crecimiento, lo cual se puede lograr con pastoreos que permitan obtener un rebrote rápido. De esta manera, se busca un balance en la defoliación que permita un consumo adecuado de los animales, un bajo porcentaje de material muerto y la presencia de muchas hojas con buena capacidad fotosintética.

La optimización de los sistemas de pastoreo no puede darse sin tenerse en cuenta una maximización de la producción de forraje. Es una interacción explicada por tres factores: crecimiento, senescencia y consumo (Parsons, citado por Azanza et al., 2004).

## 2.9 PRODUCCIÓN ANIMAL

### 2.9.1 Aspectos generales de la producción animal

El consumo de forraje es el componente principal a tener en cuenta a la hora de maximizar la producción vacuna en un sistema pastoril. Blaser et al. (1961) señalan que la productividad animal será un efecto directo de la cantidad y calidad del forraje consumido, pero modificados por la habilidad del propio animal en digerirlo y transformar esa materia en nutrientes asimilables.

El objetivo debe ser maximizar aquellas condiciones de manejo que mejor contemplen el compromiso permanente entre calidad, cantidad de forraje y su relación con el consumo. El mejor manejo es aquel que minimice la estacionalidad de la oferta forrajera, asocie disponibilidad con demanda de consumo, mantenga la más alta

calidad de la pastura y optimice el manejo del pastoreo favoreciendo la persistencia (Rovira, 2008).

La principal variable que modifica el resultado físico de un ecosistema pastoril y la persistencia de una pastura sembrada es la carga animal. La carga puede manejarse a través del balance entre tasa de crecimiento, senescencia y consumo por parte de los animales. Lo que normalmente se conoce como intensidad de pastoreo es la expresión de la presión de pastoreo, que es el efecto de la carga animal (Mott, citado por Chilbroste et al., 2005).

Un aumento de la carga mejora la utilización del forraje producido y eleva la producción de carne por hectárea, pero provoca pérdidas en el peso individual. Según Mott (1960), la menor disponibilidad de forraje por animal pasa a limitar el consumo e incrementa los costos energéticos de la actividad de pastoreo. Dentro de un cierto rango de cargas, la menor producción individual se compensa por el aumento de los animales por hectárea, pero esta situación puede ser limitante en circunstancias en las que se desea, a su vez, obtener buenas ganancias individuales (Simeone y Beretta, 2008).

### 2.9.2 Relación entre consumo-disponibilidad-altura

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

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

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

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

Ha sido reportado que una baja altura de rechazo presenta una elevada proporción de material muerto y tallos con alto contenido de carbohidratos estructurales y menor digestibilidad, redundando en una disminución del consumo voluntario y en la calidad de la dieta de los animales. Como consecuencia de lo anterior, las ganancias de peso vivo de los animales que dejan rechazos de baja altura serán inferiores a aquellos animales retirados de la pastura con una mayor altura residual (Blaser et al., Tayler, Blaser et al., Nicol, citados por Bianchi, 1982).

Hodgson, citado por Cangiano (1997), indica que el peso de bocado es la variable del comportamiento ingestivo que mayor efecto tiene en el consumo y la altura de la pastura parece ser la característica que tiene mayor incidencia en el peso de bocado.

### 2.9.3 Relación oferta de forraje – consumo

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

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

Al aplicar diferentes asignaciones de forraje existen cambios en la calidad de lo que los animales consumen debido a que tienen una menor o mayor posibilidad de selección (Dalley et al., 1999). Wales et al. (1998) encontraron que los animales con altas asignaciones en general seleccionan dietas con mayor cantidad de proteína cruda y menores niveles de fibra detergente neutra en relación a bajas asignaciones de forraje.

Hodgson (1984) asegura que la asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) es uno de los factores más importantes que afecta el consumo en pastura y uno de los más manipulables en la actividad de manejo del pastoreo.

## 2.9.4 Genética animal e implicancias en la producción

### 2.9.4.1 Efecto de los cruzamientos sobre la producción

Los cruzamientos se pueden definir desde dos puntos de vista, una forma amplia y otra práctica. La primera se refiere a la exocría como el apareamiento de individuos que están menos emparentados que el promedio de la población. En la práctica, el concepto de cruzamientos se relaciona con el apareamiento de individuos de diferentes poblaciones, comúnmente entre razas o líneas dentro de razas. (Sánchez et al., s.f.).

Aguirrezabala, citado por Yong et al. (2015), plantea que la razón de cruzar es que ninguna raza es capaz de superar a todas las demás para todas las características de interés productivo, debido a las relaciones antagónicas existentes entre estos caracteres.

Espasandin et al. (2006) mencionan que los cruzamientos aparecen como una alternativa capaz de mejorar aquellos caracteres que no son mejorados rápidamente por la selección, explotando el vigor híbrido y la complementariedad. El vigor híbrido es un fenómeno por el cual la progenie de apareamientos entre líneas consanguíneas o poblaciones puras exceden el rendimiento promedio de sus padres para un carácter dado (Mezzadra, 2005).

Franco et al. (2008) encontraron diferencias en el peso de faena y en el engrasamiento subcutáneo entre el ganado cruza Hereford-Angus, respecto a las razas británicas puras, a favor de los animales cruza. En la misma línea, Gimeno et al. (2002) registraron ganancias diarias superiores de animales cruza respecto a animales puros Hereford entre el año y los 15 meses de edad.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES

##### 3.1.1 Lugar y período experimental

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República. La Estación Experimental está situada en el km 363 de la Ruta 3 General José Gervasio Artigas, en el departamento de Paysandú. El trabajo se llevó a cabo en el potrero No. 33 (Latitud 32° 22'30,98" y Longitud 58° 03'46,00"), a partir del 15 de abril hasta el 28 de diciembre de 2021.

##### 3.1.2 Información meteorológica

Uruguay se ubica en una región de clima templado, con un régimen de precipitaciones isohigro y un promedio de precipitación anual para la zona de Paysandú que se encuentra en el entorno de 1200-1300 mm (INUMET, s.f.). Según Severova (1997), pese a esa distribución de valores medios, las precipitaciones en el Uruguay se caracterizan por su extrema irregularidad y variabilidad.

La temperatura media en el Uruguay presenta variabilidad de acuerdo a la zona, entre 16 °C para la costa atlántica y 20 °C para el noreste, registrándose las temperaturas más altas en enero y febrero, y las más bajas en junio y julio de acuerdo a la región (Severova, 1997).

##### 3.1.3 Descripción del sitio experimental

El experimento se situó sobre la formación geológica Fray Bentos, específicamente sobre la unidad de suelos San Manuel, según la carta de reconocimiento de suelos del Uruguay escala 1:1.000.000. Los suelos dominantes son Brunosoles Éutricos Típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosa (limosa), asociados a Brunosoles Éutricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz solodizados melánicos de textura franca. (MAP. DSF, 1976). Los grupos CONEAT predominantes del potrero son los 10.9 y 11.3, y los suelos asociados son Brunosoles Eutricos Típicos y Lúvicos de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados. El índice de productividad es de 149.

#### 3.1.4 Antecedentes del área experimental

El experimento fue evaluado sobre una pradera de 5° año, compuesta inicialmente por *Festuca arundinacea* cv. *INIA Fortuna*, con una densidad de siembra de 15 kg/ha, *Lotus corniculatus* cv. *INIA Rigel* (8 kg/ha) y *Trifolium pratense* cv. *E116* (4 kg/ha), sembrada el 22 de abril de 2016. La siembra de la festuca fue en líneas y en siembra directa, mientras que las leguminosas fueron sembradas al voleo. A la siembra de la pradera, fueron agregados 120 kg/ha de 7-40/40-0. Posteriormente en el invierno se fertilizó con 100 kg/ha de urea. Las fertilizaciones fueron similares en el transcurso de los cuatro años siguientes. En los tres primeros años, la pradera fue destinada a la invernada de vacas, con una carga de 2 animales por hectárea y a régimen de pastoreo continuo. A partir del cuarto año se comenzó a ocupar con novillos para su recría y posterior engorde. El pastoreo previo a la intersembrado fue rotativo y se realizó con novillos jóvenes de la raza Holando. En el mismo se procuró el ingreso de los animales con una altura de hasta 20 cm máximos y 15 cm mínimos en primavera e invierno respectivamente. En cuanto a la salida de los animales se buscó que sea con un mínimo de 5 cm de remanente para el cambio de franja.

La intersembrado se realizó el 5 de mayo de 2021 con una sembradora Semeato. Se sembró el raigrás en la línea a una distancia entre hileras de 17 cm, mientras que el trébol rojo se sembró al voleo. La fertilización fosforada se realizó a la siembra y la fertilización nitrogenada un mes posterior a la siembra, a inicio de macollaje. El ingreso de animales al potrero se dio el 18 de septiembre de 2021, y el pastoreo se realizó mediante el mismo criterio mencionado anteriormente. Se utilizaron novillos cruza de las razas Angus y Hereford. Previo al ingreso a la pastura los animales se encontraban en campo natural. El ingreso fue con una edad promedio de 18 meses, con un mínimo de 15 y un máximo de 21 meses.

#### 3.1.5 Tratamientos

Se realizaron 4 tratamientos:

Tratamiento 1 (T1), se realizó una intersembrado de *Lolium multiflorum* cv. *Winter Star III*, con una densidad de 20 kg/ha en conjunto con 6 kg/ha de *Trifolium pratense* cv. *Estanzuela 116*. A este tratamiento no se le realizó ninguna fertilización.

Tratamiento 2 (T2), se realizó una intersembrado de *Lolium multiflorum* cv. *Winter Star III*, con una densidad de 20 kg/ha en conjunto con 6 kg/ha de *Trifolium pratense* cv. *Estanzuela 116*. A este tratamiento se le realizó una fertilización 100 kg/ha de 7-40/40-0.

Tratamiento 3 (T3), se realizó una intersembra de *Lolium multiflorum* cv. *Winter Star III*, con una densidad de 20 kg/ha en conjunto con 6 kg/ha de *Trifolium pratense* cv. *Estanzuela 116*. Se fertilizó con 100 kg/ha de 7-40/40-0 y a su vez se le agregó urea granulada (46-0/0-0) a una dosis de 100 kg/ha.

Tratamiento 4 (T4), se realizó una intersembra de *Lolium multiflorum* cv. *Winter Star III*, con una densidad de 20 kg/ha en conjunto con 6 kg/ha de *Trifolium pratense* cv. *Estanzuela 116*. A este tratamiento se le aplicó glifosato (1l/ha) unos 20 días previo a la intersembra, suprimiendo la pradera original. Se fertilizó con 100 kg/ha de 7-40/40-0 y con urea granulada (46-0/0-0) a una dosis de 100 kg/ha.

### 3.1.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar (DBCA). Se dividió el área de 9,8 hectáreas en tres bloques, representando una repetición cada uno de ellos. Los bloques fueron localizados teniendo en cuenta la topografía, ya que los mismos eran diferentes entre sí. El bloque 1 se situaba en una ladera poco pronunciada, el bloque 2 se encontraba en la zona más baja, mientras que el bloque 3 se situaba en una ladera alta.

Cada bloque fue dividido en 4 parcelas de iguales dimensiones. De esta manera se situaron 3 bloques con cuatro tratamientos, cada uno de ellos designado al azar dentro del mismo. Las parcelas tenían una superficie de 0,82 hectáreas.

T2	T3	T4	T1	Bloque III
T3	T4	T1	T2	Bloque II
T2	T1	T4	T3	Bloque I

Figura No. 2. Esquema del potrero No. 33

El pastoreo fue rotativo, determinándose el período de descanso y de ocupación de acuerdo a la altura de forraje en la parcela. Se utilizaron 20 novillos, de 298 kg PV promedio, colocando 5 animales debidamente identificados en cada tratamiento. El peso inicial de los animales fue similar, de manera de comenzar el experimento con los tratamientos en igualdad de condiciones. Dicho peso fue utilizado como covariable en el análisis estadístico para evaluar las ganancias individuales. La carga animal del experimento fue de 2 animales por hectárea, y se manejaron cargas

instantáneas en las parcelas de 1800 hasta 2700 kg de PV/ha, desde el inicio hasta el fin del pastoreo.

De acuerdo a la estación se diferencian dos estrategias de manejo del pastoreo. En primavera se busca que los animales ingresen con un promedio de 20 cm de altura y la salida de los mismos en promedio con 7 cm de altura remanente. En el caso del invierno se manejó que los novillos ingresen con un mínimo de 15 cm y salgan con un mínimo de 5 cm de altura de la pastura. La asignación de forraje buscada fue entre 5 y 7 %.

En los tratamientos fertilizados las fuentes utilizadas fueron para el caso del fertilizante fosforado 7-40/40-0, el mismo contiene un 7% de N y un 40% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mientras que en el caso del fertilizante nitrogenado se utilizó urea granulada (46-0/0-0) la cual contiene un 46% de N. A modo de simplificar la presentación se ilustran en el trabajo la fuente fosforada con la letra P y la fuente nitrogenada con la letra N.



Figura No. 3. Potrero No. 33

### 3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

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

#### 3.2.1 Mediciones de las principales variables

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

### 3.2.1.1 Materia seca disponible y remanente

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

Cada muestra se obtuvo mediante la realización de cortes al ras del suelo (dejando 1 cm de altura), utilizando una tijera de aro y cortando dentro de cuadros de 50 cm de largo y 20 cm de ancho. Se realizaron 10 cortes a los cuales previamente se le realizaron 3 mediciones de altura dentro del rectángulo, una en el centro y dos cercanos al vértice.

Las muestras se pesaron en fresco y luego de 48 horas en una estufa de circulación forzada de aire a 60 °C se determinó el peso seco (MS) de las mismas. Este mecanismo se lleva a cabo sin realizar ninguna separación de los diferentes componentes de la muestra.

Utilizando dichos datos se procedió a calcular la disponibilidad de materia seca en la parcela (expresado en kg MS/ha), mediante las ecuaciones de regresión que relacionan la altura de la pastura con los kg/ha de materia seca presente, donde  $y=MS$  y  $x=cm$  de altura. Se utilizan las relaciones que presentan  $R^2$  mayor a 0,7 y se identifican las que tienen  $p$ -valor menor a 0,1.

En la ecuación se sustituye el valor “ $x$ ” por el valor promedio de altura de la parcela y se obtiene la disponibilidad o remanente de kg MS/ha en la parcela.

### 3.2.1.2 Altura del forraje disponible y remanente

Para determinar la altura promedio se realizaron cuarenta medidas por parcelas con el rectángulo mencionado anteriormente. Se caminó por las diagonales de cada parcela y cada cinco pasos se coloca el rectángulo sin seleccionar el sitio donde éste caería. El criterio tomado para registrar la altura es contabilizar el punto de contacto de la regla con la lámina de la hoja verde más alta (Barthram, 1986). Mediante un promedio de todas las mediciones se obtuvo la altura promedio de la parcela, la cual se cargó en la ecuación mencionada en el punto anterior.

### 3.2.1.3 Producción de materia seca

La producción de materia seca en kilogramos de materia seca por hectárea se determinó mediante la diferencia calculada entre la materia seca disponible y materia

seca remanente del pastoreo anterior, ajustado por la tasa de crecimiento diaria ponderada por los días de ocupación de dicha parcela.

#### 3.2.1.4 Materia seca desaparecida

Refiere al material vegetal que desaparece entre una medición y la siguiente. Se calcula como la diferencia entre la materia seca disponible ajustada y el remanente.

#### 3.2.1.5 Porcentaje de desaparecido

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

#### 3.2.1.6 Composición botánica

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

#### 3.2.1.7 Peso de los animales

El peso de los animales se determina individualmente utilizando una balanza electrónica. Las mediciones son realizadas con previo ayuno y restricción de agua (12 horas).

#### 3.2.1.8 Ganancia de peso media diaria

La ganancia de peso media diaria individual (kg/animal/día) de los novillos, fue calculada mediante una división de la ganancia total del período por parte del animal, entre los días que duró el mismo. Se calculó para dos períodos, catalogados como primer pastoreo y segundo pastoreo.

#### 3.2.1.9 Oferta de forraje

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

#### 3.2.1.10 Producción de peso vivo por hectárea

Para determinar los kilos de peso vivo producidos por hectárea (kg de PV/ha), se dividió la ganancia de todos los animales (peso vivo final menos peso vivo inicial)

entre la superficie (ha). Este cálculo se determina por separado para cada tratamiento, hallándose la producción de peso vivo por hectárea para cada uno de éstos.

### 3.3 HIPÓTESIS PROPUESTAS

#### 3.3.1 Hipótesis biológica

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

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

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

#### 3.3.2 Hipótesis estadística

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

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

### 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT, en el cual se ingresan los datos para realizar el análisis de la varianza, y el análisis comparativo de Tukey con una probabilidad de 10% para encontrar si existían diferencias entre tratamientos.

#### 3.4.1 Modelo estadístico para la producción vegetal

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

Dónde:

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

$j= 1; 2; 3$  bloques.

$Y_{ij}$  – es el valor de la variable de respuesta del  $i$ -ésimo tratamiento, en el  $j$ -ésimo bloque.

$\mu$  – media poblacional.

$T_i$  – efecto tratamiento (T1; T2; T3; T4).

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

$\varepsilon_{ij}$  – error experimental.

### 3.4.2 Modelo estadístico para la producción animal

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

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

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

$\mu$  – media poblacional.

$\beta_1$  – covarianza del peso inicial.

$T_i$  – efecto tratamiento (T1; T2; T3; T4).

$\varepsilon_{i1}$  – error experimental.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

A continuación, se presentan datos meteorológicos de la zona de Paysandú donde se realizó el experimento. En la gráfica se compara la temperatura media y precipitaciones durante el desarrollo del experimento en referencia al promedio histórico.

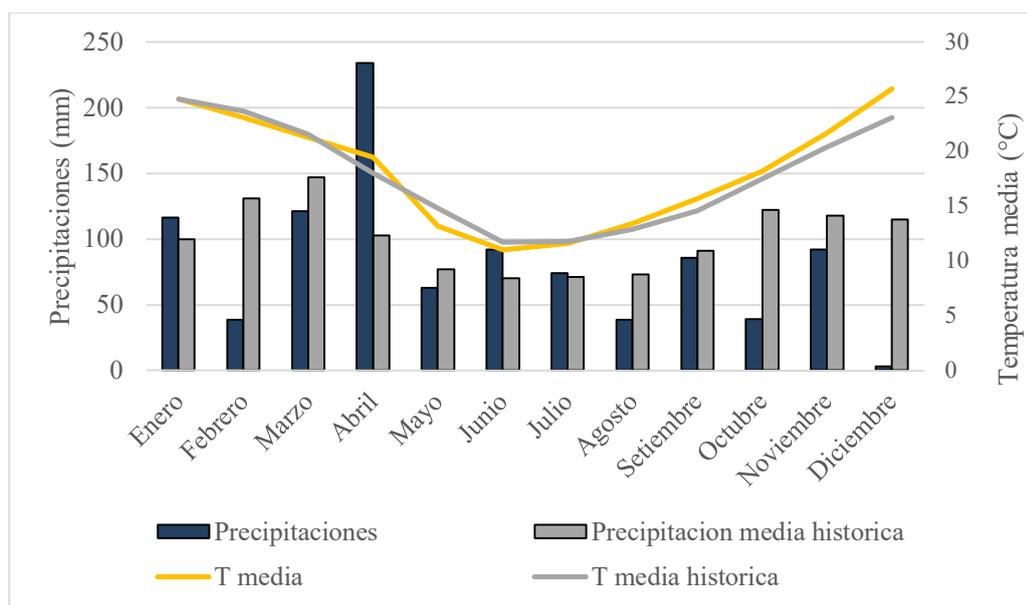


Figura No. 4. Registro de precipitaciones acumuladas y temperaturas medias mensuales comparadas con el registro histórico.

El mes de abril fue extremadamente lluvioso con registros que duplicaron la media histórica mensual de precipitaciones, registrándose un acumulado de 234 mm, debido a esto, recién fue posible realizar la interseembra en mayo cuando el suelo estaba apto para el ingreso de maquinaria. En el trimestre mayo-junio-julio las precipitaciones fueron muy similares a la media histórica, pero las temperaturas fueron un tanto más bajas que lo habitual, en este trimestre la temperatura media promedio fue casi 1°C menor respecto a la media histórica. Esto, probablemente repercutió en la velocidad de implantación de las especies sembradas, provocando además un enlentecimiento en la producción de materia seca y retrasando el primer pastoreo. El crecimiento del raigrás es inicialmente rápido, se desacelera en invierno y retoma el crecimiento activo cuando la temperatura media en la primavera temprana alcanza los 10 °C por algunos días en forma consecutiva (Gulmon, 1979). En sentido opuesto, la primavera fue más cálida que el promedio histórico, pero con lluvias mucho más aisladas. Scheneiter (2014), menciona que el raigrás anual requiere aportes de agua

elevados y estables; haciendo referencia al trimestre octubre-noviembre-diciembre, se registraron grandes diferencias respecto al promedio histórico de precipitaciones, con un total de 134 mm, que representan un 38% de la media histórica para el trimestre. El mes de diciembre constató 3 mm en lluvias y temperaturas casi 3°C por encima de la media histórica. Posada Ochoa et al. (2013), indican que, dentro de las características medio ambientales necesarias para un buen comportamiento del raigrás, la temperatura óptima se encuentra en el rango de 15 a 22 °C. Se registraron a su vez olas de calor que azotaron la zona en los últimos días de diciembre, al final del ciclo del experimento.

Cuadro No. 1, Balance hídrico durante el periodo de evaluación

	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>Precipitación</b>	234	63	92	74	39	86	39	92	3
<b>Evapotranspiración</b>	84	65	39	57	77	75	137	150	195
<b>P - ETP</b>	150	-2	53	17	-38	11	-98	-58	-192
<b>Almacenamiento</b>	118	116	118	118	80	91	0	0	0
<b>Deficit</b>	0	0	0	0	0	0	98	58	192
<b>Escorrentia</b>	59	0	51	17	0	0	0	0	0

En el cuadro No. 1, se observa el balance hídrico para el periodo de evaluación, teniendo en cuenta las precipitaciones, la evapotranspiración y el almacenaje del suelo. La capacidad de almacenaje de agua disponible utilizada (118 mm) fue la de la Unidad San Manuel, que presentan Molfino y Califra (2001). Se puede observar que en el mes de abril la relación precipitaciones-ETP fue muy positiva a causa de lluvias abundantes; esto, no solo cubrió la capacidad de almacenaje del suelo, sino que la superó considerablemente, por lo que el escurrimiento superficial fue elevado. Las precipitaciones ocurridas en el mes de agosto no permitieron cubrir las salidas por evapotranspiración, como consecuencia, el ingreso a la primavera fue con el perfil con 80 mm de agua almacenada.

El trimestre octubre-noviembre-diciembre, presento temperaturas elevadas y precipitaciones muy por debajo de la media histórica, provocando una relación P-ETP muy negativa durante la primavera. Sinclair et al. (2007), comentan que, a temperaturas consideradas óptimas para el crecimiento, la demanda atmosférica parecería influenciar de forma determinante el funcionamiento de los mecanismos de regulación de la transpiración, afectando negativamente la relación entre producción de biomasa aérea y agua transpirada a medida que aumenta el déficit de humedad en el ambiente. Los meses de octubre, noviembre y diciembre transcurrieron con un fuerte déficit hídrico para la pastura, ya que el perfil del suelo no fue capaz de recargarse. Según Lawlor y Cornic (2002), la falta de agua provoca una pérdida parcial de

volumen celular, lo cual reduce la presión de turgencia en las células. En este sentido, Taiz y Ziegler (2006) indican que esta presión es indispensable para la expansión celular y, por tanto, para el crecimiento de la planta, repercutiendo en la producción de forraje.

## 4.2 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

En el siguiente capítulo se presentan los datos obtenidos para la composición botánica durante el experimento, donde se diferencian dos periodos, primer pastoreo y segundo pastoreo. El periodo del primer pastoreo comprende desde el 18 de septiembre hasta el 10 de noviembre, mientras que el segundo pastoreo se realizó desde el 10 de noviembre hasta el 28 de diciembre.

### 4.2.1 Composición botánica disponible

#### 4.2.1.1 Primer Pastoreo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la composición botánica de la materia seca disponible de los distintos tratamientos durante el primer pastoreo, expresados en kg/ha.

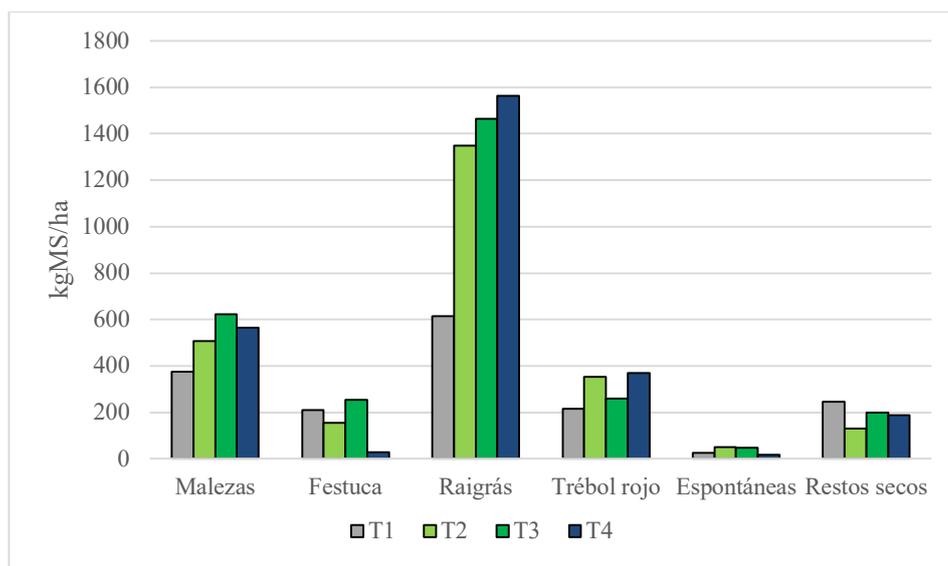


Figura No. 5. Composición botánica del disponible promedio por tratamiento en el primer pastoreo

Como se observa en la figura No. 5, en la composición botánica del disponible del primer pastoreo, a pesar de las diferencias numéricas en raigrás entre los tratamientos fertilizados respecto al tratamiento 1, estadísticamente sólo presentó diferencias significativas el tratamiento 4 respecto al tratamiento 1. Los resultados

observados coinciden con Ayala et al., citados por Berretta (1998) que presentan que la aplicación de nitrógeno tiende a mejorar la producción, persistencia y calidad especialmente de las gramíneas. Van Burgh, citado por Carámbula (2002-2004) sostiene que el agregado de nitrógeno permite elevar el rendimiento en términos de materia seca y, además, acelerar el crecimiento, permitiendo pastoreos más tempranos.

Como se puede observar en el cuadro No. 2, durante el primer pastoreo no hubo diferencias significativas en la producción de raigrás entre el tratamiento 2 fertilizado con 7-40 y los tratamientos fertilizados con 7-40 y urea.

Cuadro No. 2. Disponibilidad promedio de raigrás (kg MS/ha) en el primer pastoreo

Tratamiento	kgMS/ha	
T4 (herb+int+P+N)	1564	A
T3 (int+P+N)	1465	AB
T2 (intersiembra+P)	1350	AB
T1 (intersiembra)	615	B

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

Esto coincide con Whitehead, citado por Carámbula (2002-2004) que menciona que se espera que la respuesta de las gramíneas al agregado de nitrógeno siempre sea menor cuando se utilizan mezclas de gramíneas y leguminosas. A su vez, corrobora lo mencionado por Mendoza et al., citados por García Favre (2017), que comentan que tanto el proceso de fijación biológica del N como la adquisición del mineral del suelo por parte de las gramíneas se favorece con el suministro de fósforo. Por otra parte, el tratamiento 1 mostró inferioridad en la producción de raigrás respecto al tratamiento 4, no así respecto a los tratamientos 2 y 3, sin embargo, se observan en estas, producciones que duplican la del tratamiento no fertilizado.

En cuanto al trébol rojo, si bien no presentó diferencias significativas entre tratamientos, es probable que la aplicación de 7-40 en los tratamientos 2, 3 y 4 haya tenido un efecto positivo en el desarrollo de las leguminosas y en la fijación biológica del nitrógeno, un proceso que implica altos requerimientos de P para la formación de nódulos; esto podría verse reflejado en el contraste entre los tratamientos 1 y 2, este último fertilizado únicamente con 7-40, pero igualmente registrando altas producciones de raigrás, lo que hace sospechar alta disponibilidad de Nitrógeno en suelo. Ante limitaciones en la disponibilidad del fósforo, además del menor número y tamaño de los nódulos (Cassman et al., 1980), la permeabilidad de los nódulos se reduce y a la vez la actividad de la nitrogenasa es menor (Drevon y Hartwig, 1997).

En el plan de fertilización de las pasturas mezcla gramínea-leguminosa, es importante que las dosis de N aplicadas no sean altas ya que esto podría tener un efecto negativo en las leguminosas durante la etapa de producción. El nitrato inhibe la nodulación y la fijación de nitrógeno, Fernández-Pascual et al. (2002) sugieren que se debe a que el nitrato se une a algún receptor específico del *Rhizobium* sobre la raíz de la leguminosa impidiendo la nodulación. Herriot (1958), menciona que una buena práctica sería agregar entre 15 y 30 kg/ha de N que actuarían como “starter” de la fracción leguminosa. Rabuffetti (2017), por su parte, para suelos de baja fertilidad recomienda el agregado de 15 a 20 kg/ha para favorecer el crecimiento inicial de la pastura, en particular si se dan condiciones de frío o excesiva humedad, tal como las que se dieron al inicio del experimento. Hallsworth, citado por Finozzi y Quintana (2000) coincide con que cantidades pequeñas de N favorecen la leguminosa, aumentando el área foliar y promoviendo también el aumento de metabolitos a los nódulos, provocando el llamado efecto starter de fertilización.

#### 4.2.1.2 Segundo Pastoreo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la composición botánica del forraje disponible de los distintos tratamientos durante el segundo pastoreo, expresados en kg/ha.

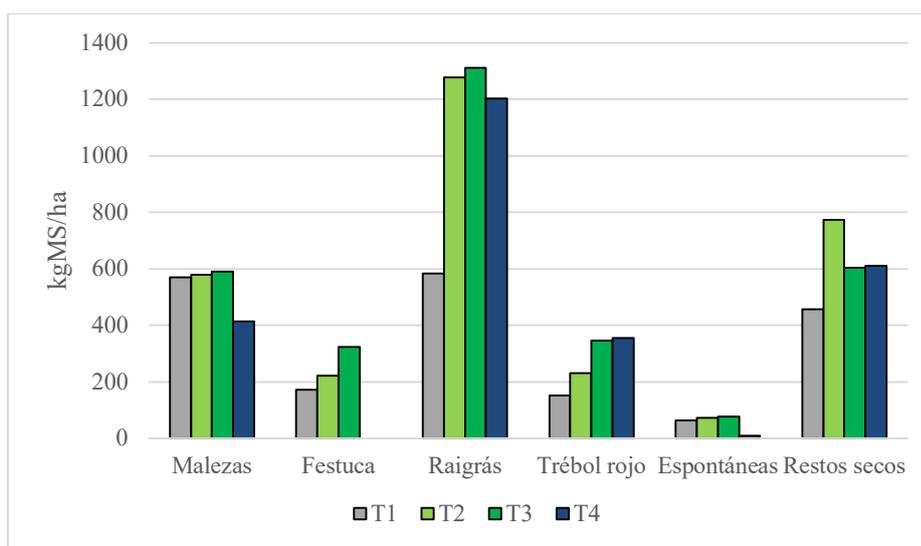


Figura No. 6. Composición botánica del disponible promedio por tratamiento en el segundo pastoreo

Como se puede observar en la figura No. 6, se obtuvieron diferencias significativas en la producción de raigrás en el disponible del segundo pastoreo entre los tratamientos fertilizados y el tratamiento no fertilizado, cuantificando esta

diferencia a favor de los fertilizados aproximadamente en el eje de los 600-700 kg de MS/ha de raigrás. Este resultado era esperable ya que como indican Mazzanti et al. (1997b), el nitrógeno afecta variables como el tamaño final de hojas, largo de pseudo tallos y tallos, densidad y peso promedio de macollos. A su vez, coincide con lo mencionado por autores como Gastal y Lemaire, citados por Gastal et al. (1992) que indicaron que la tasa de elongación de hojas depende en gran medida de la nutrición nitrogenada. Van Burgh, citado por Carámbula (2002-2004), afirma que el agregado de nitrógeno provoca una aceleración en el crecimiento, aumentando el número de macollos por planta y/o el tamaño de los mismos.

Si bien en la figura No. 6, se observan diferencias numéricas en la cantidad de trébol rojo, el análisis de varianza realizado no mostró diferencias significativas entre tratamientos para el segundo pastoreo.

Una observación relevante en la figura No. 6, es el incremento en la cantidad de restos secos presentes en comparación al primer pastoreo. Esto puede deberse a varios factores, entre ellos la baja cantidad de precipitaciones y altas temperaturas ocurridas durante el transcurso del segundo pastoreo. Turner y Begg, citados por Colabelli et al. (1998) mencionan que condiciones de deficiencia hídrica provocan una reducción de la tasa de macollaje y del número de hojas vivas por macollo, junto a un incremento de los procesos de senescencia. Colabelli et al. (1998) mencionan que la vida media foliar está afectada por la temperatura del ambiente, mayores temperaturas aceleran el recambio foliar, y esto, sumado a las altas asignaciones de forraje desde octubre a diciembre, es probable que hayan afectado negativamente a la eficiencia de cosecha del forraje, promoviendo la acumulación de restos secos. Carámbula (2002-2004), en la misma línea, comenta que cuando la pastura se encuentra en estado vegetativo y se permite acumular forraje en forma excesiva bajo un manejo rotativo, es posible observar la pérdida de cantidades importantes de materia seca, especialmente en aquellos períodos de abundancia de forraje.

#### 4.2.1.3 Composición botánica promedio del disponible durante todo el periodo experimental

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la composición botánica de la materia seca disponible de los distintos tratamientos durante todo el experimento, expresados en kg/ha.

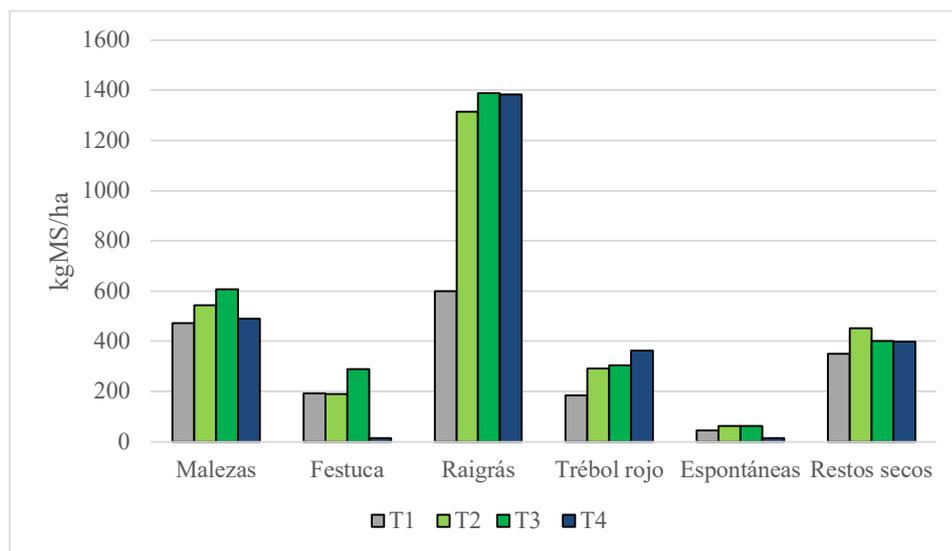


Figura No. 7. Composición botánica del disponible promedio por tratamiento en todo el periodo de evaluación

Como se puede observar en la figura No. 7, en el global de la evaluación se registraron diferencias estadísticamente significativas en la composición botánica del disponible en las dos especies de la renovación, a favor de los tratamientos fertilizados respecto al no fertilizado. En lo que respecta a la producción de materia seca de raigrás, los tratamientos fertilizados superaron aproximadamente en un 120% al tratamiento sin fertilización, mientras que en el caso del trébol rojo los tratamientos fertilizados superaron aproximadamente en un 70% al tratamiento 1. Estos resultados coinciden con lo mencionado sobre el N y el P por diversos autores. Según Carámbula (2002-2004), el nitrógeno es el nutriente que limita la producción de forraje y el fósforo resuelve la disponibilidad de dicho elemento, a través de su efecto benéfico sobre el crecimiento de leguminosas; además García et al., citados por Carámbula (2002-2004) señalan que la fertilización fosfatada permite incrementar sensiblemente la contribución de las leguminosas y por lo tanto la producción total de la pastura. Los resultados obtenidos confirman lo expresado por Carámbula (2002-2004), que remarca la importancia del agregado de los elementos minerales necesarios mediante fertilizantes para lograr rendimientos satisfactorios de las pasturas. Teniendo en cuenta la historia reciente del potrero, pastoril y con frecuencia de utilización de leguminosas, podemos asumir niveles iniciales aceptables de Nitrógeno en suelo, lo que hace suponer que las diferencias obtenidas podrían acentuarse aún más en pasturas que suceden chacras con agricultura continua. En referencia a la proporción de restos secos en el forraje disponible, los valores se mantuvieron algo por encima del 10% recomendado por Carámbula (2002-2004), lo que sugiere que la asignación por animal pudo ser un poco menor para reducir la generación de material senescente, con un efecto de mejora en la eficiencia fotosintética del forraje remanente.

## 4.2.2 Composición botánica remanente

### 4.2.2.1 Primer pastoreo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la composición botánica del forraje remanente de los distintos tratamientos durante el primer pastoreo, expresados en kg/ha.

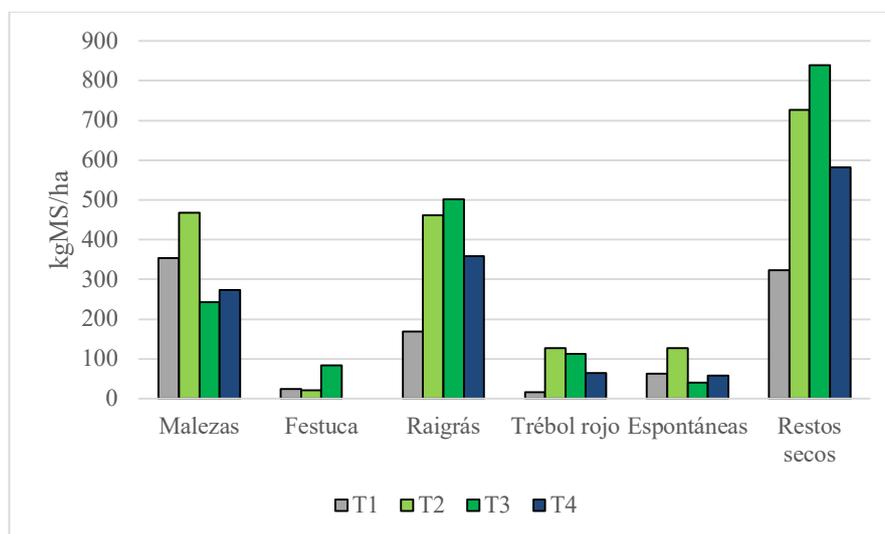


Figura No. 8. Composición botánica del remanente promedio por tratamiento en el primer pastoreo

En la composición botánica del remanente en el primer pastoreo, se encontraron diferencias significativas con respecto al raigrás entre los tratamientos 2 y 3 en comparación al tratamiento 1, los tratamientos fertilizados duplicaron en producción de materia seca al tratamiento que no recibió fertilización. Es probable, de acuerdo a varios autores, que esto haya diferenciado el rebrote de los distintos tratamientos. Bryant et al., citados por Almada et al. (2007), mencionan que pasturas con menor remanente hacen que el rebrote sea lento debido a que el área foliar para el mismo es escasa no permitiendo un tiempo de descanso apropiado que permita a las plantas crecer a tasas altas por un tiempo suficiente.

Dentro del componente malezas, el tratamiento 2 presentó mayor grado de enmalezamiento que los demás tratamientos, sin una hipótesis asociada. En lo que respecta a restos secos, si bien no hubo diferencias significativas entre los distintos tratamientos, se puede observar una tendencia a incrementar la cantidad de restos secos en los tratamientos fertilizados, asociado a la acumulación de forraje de primavera, y a una carga compuesta por novillos aún livianos. Este componente fue una fracción importante del remanente del primer pastoreo en todos los tratamientos; se puede intuir

que esto haya respondido, entre otras cosas, a un mes de octubre bastante más seco y caluroso de lo normal, además de las implicancias que pueda haber tenido la asignación excesiva de forraje en ciertos períodos.

#### 4.2.2.2 Segundo pastoreo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la composición botánica del materia seca remanente de los distintos tratamientos durante el segundo pastoreo, expresados en kg/ha.

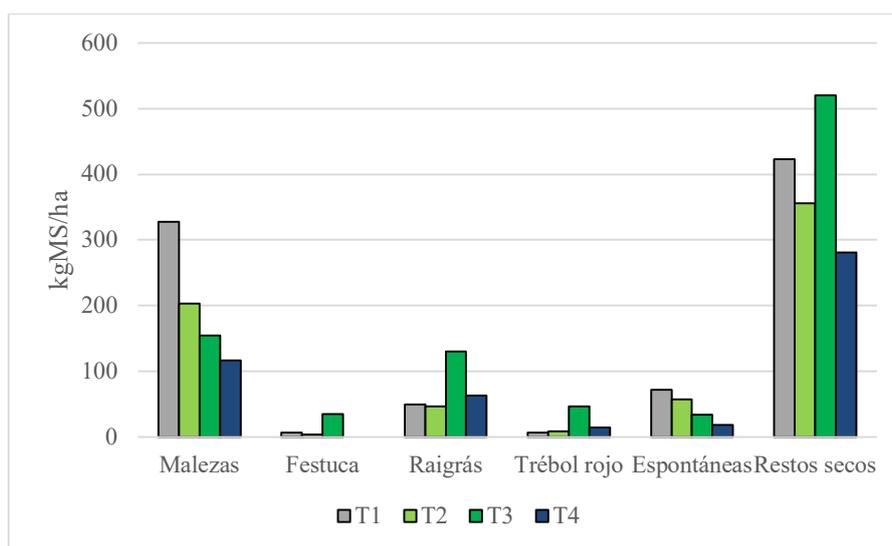


Figura No. 9. Composición botánica del remanente promedio por tratamiento en el segundo pastoreo

En el remanente del segundo pastoreo no se encontraron diferencias significativas en kg/ha para ninguno de los componentes. Es importante mencionar el alto grado de enmalezamiento y restos secos presentes y el aumento en proporción de los mismos dentro de la composición total si lo comparamos con el remanente del primer pastoreo. Algunas de las razones que pueden explicar los resultados obtenidos son las bajas precipitaciones y altas temperaturas ocurridas durante el período, además de que el raigrás se encontraba finalizando su ciclo durante las últimas semanas de pastoreo, y el material verde es removido por parte de los animales. Rodríguez (s.f.), sostiene que ciertas características de las malezas están recurrentemente asociadas con la habilidad competitiva, entre ellas incluye a la cantidad de reservas acumuladas en órganos de propagación vegetativa o almacenaje que conducen a una rápida expansión del follaje, y un sistema aéreo y subterráneo vigoroso y de rápido crecimiento que permite un rápido aprovechamiento de los recursos. El autor destaca la fenología como otra característica de la habilidad competitiva. Se puede constatar una tendencia a un mayor enmalezamiento hacia el tratamiento no fertilizado, tal vez explicado por una

menor colonización de la fracción raigrás durante el ciclo. A su vez, se observa una tendencia a un menor enmalezamiento en el tratamiento 4, único tratamiento fertilizado y con herbicida previo a la siembra.

#### 4.2.2.3 Todo el ciclo del experimento

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la composición botánica del forraje remanente de los distintos tratamientos durante todo el experimento, expresados en kg/ha.

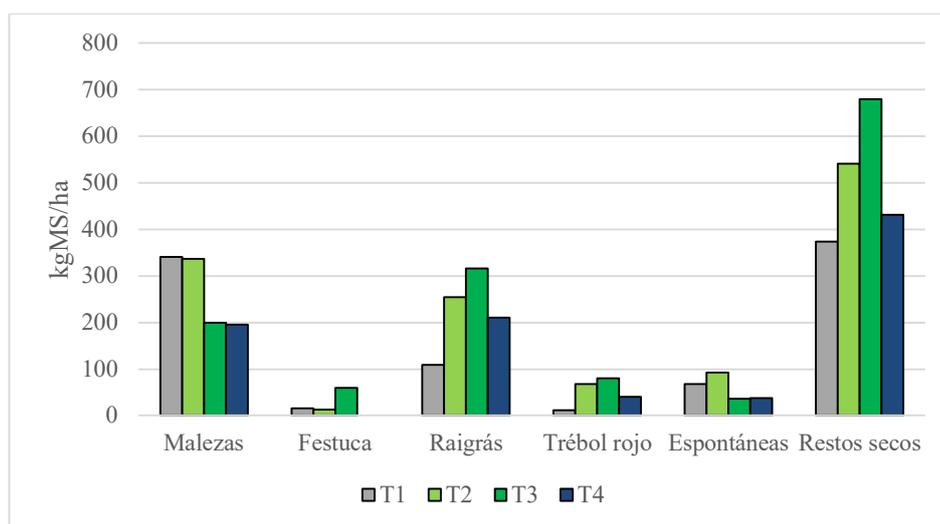


Figura No. 10. Composición botánica del remanente promedio por tratamiento en todo el periodo de evaluación

Al analizar la composición botánica del remanente en todo el ciclo del experimento, el análisis estadístico arrojó diferencias significativas solo en el componente raigrás, a favor del tratamiento 3 en comparación a los tratamientos 1 y 4, y además entre el tratamiento 1 y 2 a favor de este último.

Como se puede apreciar en la figura No. 10, los restos secos representan una gran proporción del remanente, uno de los factores que explican este fenómeno es la asignación de forraje; Blaser et al., citados por Álvarez y Apolinario (2012), aclara que a altas asignaciones de forraje se le permite al animal seleccionar el forraje con mayor digestibilidad, mayor contenido de proteína y menor porcentaje de fibra, por lo tanto, generalmente los bovinos eligen consumir materiales verdes y jóvenes frente a los maduros o muertos (Ganskopp et al., citados por Cangiano, 1997). Además de la alta asignación de forraje manejada durante el experimento (ver cuadro No. 14), otro factor asociado a estos resultados es el clima, como se ha mencionado en puntos anteriores, se pueden observar en la figura No. 4, las escasas precipitaciones y altas temperaturas ocurridas durante el trimestre octubre-noviembre-diciembre, que favorecieron la

marchitez o senescencia del forraje. Según Carámbula (2002-2004), en pasturas con manejos de manera aliviada muchas veces el área foliar remanente está constituida por hojas viejas y/o parcialmente descompuestas por la humedad y los microorganismos. Esto dejaría entonces, luego del pastoreo, hojas no tan eficientes fotosintéticamente y una calidad inferior de pastura para el próximo pastoreo.

#### 4.3 SUELO DESCUBIERTO

A continuación, se presenta la información que hace referencia al porcentaje de suelo descubierto en el disponible y remanente de cada tratamiento para todo el periodo de evaluación. Es de sumo interés considerar dicha variable ya que al estar asociada al grado de cobertura influye considerablemente en procesos de degradación del suelo como lo es la erosión.

##### 4.3.1 Suelo descubierto del disponible

Si bien no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, se puede observar en el cuadro 3, porcentualmente, una menor proporción de suelo descubierto en los tratamientos fertilizados.

Cuadro No. 3. Porcentaje de suelo descubierto promedio del disponible según tratamiento en todo el periodo de evaluación.

<b>% suelo desc. del disponible</b>	
T1 (intersiembra)	27 A
T2 (intersiembra+P)	20 A
T3 (int+P+N)	18 A
T4 (herb+int+P+N)	17 A

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

Cuando se incrementa el abastecimiento de nitrógeno, Whitehead (1995) indica que se incrementa el número de macollos por planta, de este modo, el macollaje y el vigor de las gramíneas en los tratamientos 2, 3 y 4 podría explicar esta menor tendencia a que el suelo quede expuesto.

##### 4.3.2 Suelo descubierto remanente

Para el caso de suelo descubierto del remanente se constataron diferencias significativas entre el tratamiento sin fertilizar y los tratamientos fertilizados con urea.

Cuadro No. 4. Porcentaje de suelo descubierto promedio del remanente según tratamiento en todo el periodo de evaluación.

% suelo desc. del remanente		
T1 (intersiembra)	34	A
T2 (intersiembra+P)	27	AB
T4 (herb+int+P+N)	20	BC
T3 (int+P+N)	13	C

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

Esto coincide con lo dicho por Ball y Field (1982), quienes afirman que, con el agregado de nitrógeno y la absorción por parte de la planta, se estimula el macollaje, y como consecuencia, se genera mayor recubrimiento del suelo. Esto trae consigo importantes beneficios para el sistema, por ejemplo, una disminución en el riesgo de erosión ya que la gota de lluvia tendrá menor probabilidad de impactar directamente con la superficie del suelo. Ellison, citado por Do Prado Wildner y Da Veiga (1994), menciona que la lluvia tiene efecto a través del impacto de las gotas sobre la superficie del suelo, y por el propio humedecimiento del suelo, que provocan desagregación de las partículas primarias, transporte de partículas por aspersión y proporcionan energía al agua de la escorrentía superficial. Otro de los beneficios que es importante destacar es la mayor competencia con malezas, que favorece indirectamente la producción total de la pastura. Carámbula (2002-2004), manifiesta que las malezas encuentran mejores condiciones para su crecimiento en los espacios de suelo descubierto, cuando la gramínea no tiene el vigor suficiente para competir o como consecuencia de la desaparición de las leguminosas invernales. La cobertura del suelo por parte del forraje tiene fuertes implicancias en la productividad de la pastura, según Gastal et al., citados por Almada et al. (2007), el principal parámetro que gobierna la producción de forraje es el IAF promedio al que es mantenida la pastura, lo que incide en la cantidad de radiación que intercepta la comunidad vegetal. En ese sentido, interceptar mayor cantidad de radiación determina una mayor tasa de crecimiento promedio a lo largo del período.

#### 4.4 MATERIA SECA DISPONIBLE Y REMANENTE

##### 4.4.1 Materia seca disponible

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de materia seca disponible para cada tratamiento en el primer y segundo pastoreo, además del disponible promedio durante todo el ciclo de la evaluación expresado el disponible en kg/ha de MS y la altura en cm.

#### 4.4.1.1 Materia seca disponible y altura al primer y segundo pastoreo

Cuadro No. 5. Disponibilidad de MS/ha y altura promedio del disponible en el primer pastoreo.

Tratamiento	Disponibilidad (kgMS/ha)	Altura (cm)
T3 (int+P+N)	2847 A	23
T4 (herb+int+P+N)	2760 AB	22
T2 (intersiembra+P)	2546 AB	17
T1 (intersiembra)	1685 B	14

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

En el cuadro No. 5, se aprecian para el primer pastoreo diferencias significativas entre el tratamiento 3 y el tratamiento 1. Si bien no todos los tratamientos con N agregado presentaron superioridad estadística, en este caso se puede observar, numéricamente, una inclinación hacia una mayor disponibilidad en kg/ha. Esto concuerda con Rebuffo, citado por Carámbula (2003), que indica que, si se quiere incrementar la oferta de forraje, es estratégicamente recomendable aplicar una fertilización nitrogenada a praderas mixtas de gramíneas con leguminosas.

Cuadro No. 6. Materia seca disponible (kg/ha) y altura promedio (cm) de la pastura en el segundo pastoreo.

Tratamiento	Disponibilidad (kgMS/ha)	Altura (cm)
T3 (int+P+N)	3252 A	19
T2 (intersiembra+P)	3157 A	19
T4 (herb+int+P+N)	2591 AB	20
T1 (intersiembra)	1997 B	13

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

Al comparar la relación entre altura y disponibilidad en el primer pastoreo podemos decir que las mediciones obtenidas en el disponible constatan lo dicho por Hodgson, citado por Almada et al. (2007), que menciona que la altura de forraje está relacionada con la cantidad de materia seca disponible. En el segundo pastoreo, si bien los resultados siguen la misma tendencia, el tratamiento 4 presenta un comportamiento intermedio; teniendo en cuenta que el mismo tiene la particularidad de haber suprimido la festuca de la pradera original. La ausencia del aporte de la festuca como especie perenne en los estadios avanzados del experimento en este tratamiento trae como consecuencia la reducción en la disponibilidad de forraje en el segundo pastoreo. En el cuadro No. 6, se pueden contemplar los datos de kg MS/ha y altura del disponible del segundo pastoreo, en el mismo se registraron diferencias significativas en

disponibilidad de forraje a favor de los tratamientos 2 y 3 en comparación al tratamiento 1, con diferencias en torno a 1100-1200 kg MS/ha.

#### 4.4.1.2 Materia seca disponible y altura de todo el periodo de evaluación

Cuadro No. 7. MS disponible (kg/ha) y altura promedio del disponible en todo el periodo de evaluación.

Tratamiento	Disponibilidad (kgMS/ha)	Altura (cm)
T3 (int+P+N)	3050 A	21
T2 (intersiembra+P)	2851 A	18
T4 (herb+int+P+N)	2676 A	21
T1 (intersiembra)	1841 B	14

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

Como se puede observar en el cuadro No. 7, todos los tratamientos fertilizados fueron equivalentes estadísticamente. Los mismos, sí presentaron diferencias significativas respecto al tratamiento 1, con diferencias en forraje en un rango de 800 a 1200 kg MS/ha aproximadamente, que evidencian un claro déficit nutricional. Con respecto al agregado de N, si observamos el cuadro No. 7, se puede ratificar que la fertilización nitrogenada efectivamente incrementa la producción de forraje, tal como lo mencionan Wilman y Wright (1983) y Whitehead (1995), por sus efectos directos sobre la fisiología y morfología de las plantas. Además, es de valor mencionar que el tratamiento 2 fertilizado únicamente con 7-40 registró una disponibilidad estadísticamente igual a los tratamientos con 7-40 y urea, una posible explicación a este resultado son los efectos positivos del Fósforo sobre la nodulación y en consecuencia sobre la fijación biológica de Nitrógeno, tal como mencionan Gentili y Huss-Danell (2002). Dall'Agno y Scheffer-Basso (2001), en ese marco, indican que la capacidad de fijación suplementa el nitrógeno necesario del sistema. Los resultados siguen la línea de lo indicado por Morrison, citado por Carámbula (2002-2004), que plantea que la mezcla gramínea-leguminosas sin nitrógeno rinde en promedio lo mismo que el raigrás nitrogenado y que el agregado de nitrógeno a la mezcla puede deprimir sustancialmente la componente leguminosa.

En lo que respecta a las alturas promedio de ingreso a pastoreo, se encontraron variaciones según tratamiento, Zanoniani et al. (2006a), menciona que la altura de ingreso apropiada para las mezclas gramínea-leguminosa es a partir de 15 cm. Si bien no se cumplió inexorablemente dicha regla, las alturas de ingreso estuvieron aproximadamente en el rango de 15-20 cm establecido al comienzo del experimento

#### 4.4.2 Materia seca remanente

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de materia seca remanente (kg/ha), altura (cm) y asignación de forraje (%PV/ha).

##### 4.4.2.1 Materia seca remanente y altura primer y segundo pastoreo

Cuadro No. 8. Materia seca disponible (kg/ha) y altura promedio del remanente en el primer pastoreo.

Tratamiento	Remanente (kgMS/ha)	Altura (cm)
T2 (intersiembra+P)	1952 A	11
T3 (int+P+N)	1820 AB	12
T4 (herb+int+P+N)	1334 AB	11
T1 (intersiembra)	945 B	7

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

Como se puede observar en el cuadro No. 8, en el primer pastoreo sólo se registraron diferencias significativas para forraje remanente para los tratamientos 1 y 2, a favor del 2, aunque con una tendencia similar para el resto de los tratamientos fertilizados.

Cuadro No. 9. Materia seca disponible (kg/ha) y altura promedio del remanente en el segundo pastoreo.

Tratamiento	Remanente (kgMS/ha)	Altura (cm)
T3 (int+P+N)	918 A	9
T1 (intersiembra)	884 A	4
T2 (intersiembra+P)	674 A	6
T4 (herb+int+P+N)	493 A	8

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

Si examinamos el forraje remanente del segundo pastoreo, no se registraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos.

Sobre el manejo del remanente en ambos pastoreos, en todos los cambios de parcela, salvo en una situación (tratamiento 1 del segundo pastoreo), se dejó un remanente acorde a lo recomendado y pautado en la estrategia de manejo del experimento. Carámbula (2002-2004), afirma que remanentes inferiores a los 5 cm comprometen la persistencia y productividad de las especies, ya que incide negativamente en la recuperación de carbohidratos solubles para un correcto rebrote, así como para un adecuado desarrollo radicular y macollaje. En línea con lo

mencionado por Carámbula, podemos suponer que el remanente manejado durante el experimento no solo no afectó negativamente el rebrote, sino que lo promovió, ya que como mencionan Soca y Chilibroste (2008), incrementos en la altura de defoliación llevan a mejoras en la tasa de crecimiento de forraje traduciéndose esto en mayor rendimiento acumulado.

#### 4.4.2.2 Materia seca remanente y altura en todo el periodo de evaluación

Cuadro No. 10. Materia seca disponible (kg/ha) y altura promedio del remanente en todo el periodo de evaluación.

Tratamiento	Remanente (kgMS/ha)	Altura (cm)
T3 (int+P+N)	1369 A	10
T2 (intersiembra+P)	1313 A	8
T1 (intersiembra)	915 A	6
T4 (herb+int+P+N)	914 A	10

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

En cuanto al forraje remanente promedio, no se hallaron diferencias estadísticas entre tratamientos, aunque si existen diferencias numéricas a favor de los tratamientos 2 y 3 respecto a los tratamientos 1 y 4, en torno a los 400 kg MS/ha. Durante el experimento, el manejo de la altura remanente estuvo en general dentro del rango óptimo expresado por Zanoniani et al. (2006a) para la época del año, el cual no debería ser inferior a los 7,5 cm.

La altura del forraje remanente promedio durante el experimento tuvo un manejo parcialmente equilibrado teniendo en cuenta las especies de la renovación, ya que según Zanoniani et al. (2006a), la altura de intensidad de pastoreo para especies erectas oscila entre 5 y 7,5 cm. Esto coincide con lo expuesto por Carámbula (2002-2004), quien afirma que 5 cm de remanente y períodos de recuperación adecuados favorecen la máxima utilización de la luz incidente por parte de las plantas, cubren la superficie del suelo de forma densa y vigorosa, y reducen el secado del viento y las heladas, favoreciendo la persistencia de la pastura. Según lo observado, es probable que la especie que se vio más favorecida con los remanentes que se dejaron haya sido el raigrás, aunque este presentó dominancia desde el inicio de la instalación de las especies, previo a los pastoreos.

## 4.5 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

En el siguiente capítulo se presentan los resultados de producción de forraje a lo largo de todo el periodo de evaluación.

Cuadro No. 11. Crecimiento promedio por tratamiento en el primer pastoreo, segundo pastoreo y en todo el periodo de evaluación, expresado en kg de MS/ha.

Tratamiento	Pastoreo 1	Pastoreo 2	Total
T3 (int+P+N)	2960 A	1998 A	4959 A
T4 (herb+int+P+N)	2864 AB	1833 A	4697 A
T2 (intersiembra+P)	2622 AB	1685 A	4307 A
T1 (intersiembra)	1662 B	1482 A	3144 B

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

Como se puede observar en el cuadro No. 11, se presentaron diferencias significativas entre el tratamiento 1 y los tratamientos fertilizados, siendo estos últimos los que obtuvieron una mayor producción de forraje durante el periodo de estudio. Entre los tratamientos fertilizados la producción de forraje fue indistinta estadísticamente. La sola aplicación de fertilizante 7-40 fue suficiente para obtener los más altos rendimientos. Cabe destacar que las diferencias registradas en producción de forraje durante el periodo de evaluación se atribuyen principalmente a las diferencias ocurridas durante el primer pastoreo. Las escasas lluvias de la primavera tardía limitaron el potencial en el segundo período, esto puede haber hecho que posibles diferencias entre tratamientos no se expresaran. La productividad total, además de haber sido condicionada por la falta de lluvias, también estuvo limitada por la fecha de la intersiembra.

En lo que respecta a las respuestas del agregado de fertilizante, se evaluaron la respuesta a N y P. En cuanto al agregado de fósforo, se comparó el tratamiento 2 con el tratamiento 1. La diferencia entre los mismos fue de 1163 kg de MS, resultando en una respuesta de 29 kg de MS/kg. En cuanto al agregado de nitrógeno se comparó el tratamiento 2 con agregado de fósforo con los tratamientos 3 y 4 que además de fósforo se les agregó nitrógeno en forma de urea. La respuesta al agregado de nitrógeno para el tratamiento 3 fue de 14,2 kg de MS/kg de N y para el tratamiento 4 de 8,5 kg de MS/kg de N. Zanoniani y Noel (1997) calcularon el grado de respuesta mediante rangos en verdes de invierno, considerando una alta respuesta cuando se obtienen más de 25 kg de materia seca de forraje por cada kg de nitrógeno agregado, una respuesta media cuando se produce entre 10 y 25 kg de forraje por kg de nitrógeno y una baja respuesta cuando se produce entre 5 y 10 kg de materia seca por kg de nitrógeno agregado. Por lo que podemos decir que se obtuvo una respuesta media-baja al agregado de N en comparación al tratamiento 2, lo que coincide con Whitehead, citado por Carámbula (2002-2004), que menciona que se espera que la respuesta al nitrógeno siempre sea menor cuando se utilizan mezclas de gramíneas y leguminosas.

García, citado por Leborgne (1983), menciona para la zona litoral y sur, producciones esperadas de 7 toneladas/ha de materia seca para los verdeos de raigrás. En mezclas de raigrás anual con leguminosas como lotus y trébol blanco o trébol rojo y trébol blanco, el autor presenta como producción esperada un total de 6,8 y 8,5 toneladas de materia seca para el primer año respectivamente. Si ponderamos la producción teniendo en cuenta los meses del experimento, estos valores pasan a ser de 6,4 toneladas/ha y 7,7 toneladas/ha para las dos praderas mencionadas. Si desglosamos los datos de producción del autor para el periodo noviembre-diciembre, esta fue de 1695 kg/ha en promedio, similar a la del trabajo realizado. Por consiguiente, podemos deducir que la diferencia en la producción total se debe principalmente a los resultados de etapas iniciales, influenciados por condiciones de crecimiento más desfavorables. Otra diferencia difícil de cuantificar es el efecto de la interseembra, ya que se está comparando con mezclas sembradas en barbecho.

Estas diferencias, en detrimento de la pradera evaluada, estarían explicadas sustancialmente por las condiciones climáticas negativas a las que se enfrentó la pastura, desde complicaciones en la etapa inicial, hasta la sequía de la primavera, donde las especies más expresan su potencial. Aunque, fundamentalmente, atribuimos esta diferencia respecto a la bibliografía a la baja producción otoño-invernal de la pastura debido a la fecha de siembra de inicios de mayo y las consecuentes bajas temperaturas en la etapa de instalación. A modo de comparación, Carrasco Núñez et al. (2020), obtuvieron producciones de materia seca entre 4,6 y 7,7 toneladas/ha anuales, para interseembras de raigrás y trébol rojo sobre praderas viejas con tratamientos de fertilización similares. Por otra parte, Duré Rosales et al. (2020) obtuvieron, para la misma zona, una producción anual de 8,2 toneladas de materia seca por hectárea en una mezcla de raigrás anual y trébol rojo, sembrada el 2 de abril. Moure (2017), presenta los resultados de producción de raigrás para el periodo 2010-2016 de la Evaluación Nacional de Cultivares, obteniendo rendimientos promedio de 10,6 toneladas/ha de materia seca para La Estanzuela (Colonia) y de 5,3 toneladas/ha para Salto, mencionando una fuerte interacción genotipo por ambiente y remarcando la relevancia de conocer el comportamiento agronómico en ambientes contrastantes.

En lo que respecta a la distribución de la producción de materia seca, el período otoño-invernal acumuló un aproximado de 45% de la producción total, mientras que para el periodo primaveral se produjo el 55% restante, estos valores coinciden precisamente con los calculados por García, citado por Leborgne (1983).

#### 4.6 FORRAJE DESAPARECIDO

El cuadro No. 12. muestra el forraje desaparecido promedio por tratamiento durante todo el periodo de estudio; en el mismo se obtuvieron diferencias significativas entre el tratamiento 1 y los tres tratamientos fertilizados, a favor de estos últimos.

Cuadro No. 12. Forraje desaparecido promedio por tratamiento en todo el periodo de evaluación.

Tratamiento	Desaparecido (kgMS/ha)
T4 (herb+int+P+N)	3523 A
T3 (int+P+N)	3361 A
T2 (intersiembra+P)	3077 A
T1 (intersiembra)	1852 B

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

El desaparecido no solo está explicado por el consumo de los animales, sino también por desperdicios como lo son el pisoteo, la senescencia y la pérdida de hojas. Como se puede apreciar en el cuadro No. 15, en la evaluación no se registraron diferencias significativas en la producción animal mediante las ganancias medias diarias. Sin embargo, en el cuadro No. 12, se puede ver que los tratamientos 2, 3 y 4 presentaron superioridad en relación al tratamiento 1 en cantidad de forraje desaparecido, estas diferencias se ajustan con las obtenidas en producción de forraje (ver cuadro No. 11) Con estos resultados podemos corroborar que en los tratamientos fertilizados hubo un mayor desaprovechamiento del forraje causado por los procesos de pérdida mencionados, ya que el forraje desaparecido de los tratamientos fertilizados no se tradujo en una mayor ganancia de peso en los animales de los distintos tratamientos. Lo observado concuerda con Muslera y Ratera, citados por Folgar y Vega (2013), que mencionan que, a mayor oferta de forraje, si la cantidad ofrecida excede ampliamente el consumo animal, esto trae como consecuencia un aumento en la cantidad de forraje desaprovechado.

La principal medida para aumentar el aprovechamiento y la eficiencia de cosecha en los tratamientos con mayor producción de forraje es el ajuste de carga. Hodgson (1984) asegura que la asignación de forraje es uno de los factores más importantes que afecta el consumo en una pastura y uno de los más fácilmente manejables cuando se pretende administrar el pastoreo. Ganzábal y Montossi (1991), sostienen que para maximizar el beneficio derivado de pasturas de alta producción, es indispensable obtener una eficiente utilización de las mismas. Los autores mencionan

que una alta dotación posibilita el logro de un alto nivel de cosecha y aprovechamiento del forraje producido. No obstante, indican que el concepto de cargas elevadas es relativo, ya que depende en primer lugar de la expectativa de producción anual de forraje del esquema elegido, y que aun para un mismo esquema forrajero, la dotación apropiada puede variar de acuerdo a los objetivos buscados.

Cuadro No. 13. Materia seca desaparecida promedio en porcentaje.

Tratamiento	% de utilización
T4 (herb+int+P+N)	66 A
T3 (int+P+N)	53 AB
T2 (intersiembra+P)	50 AB
T1 (intersiembra)	47 B

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

Las diferencias en el porcentaje de utilización siguen la misma tendencia que en el forraje desaparecido, ya que el cálculo de uno depende del otro. El porcentaje de utilización es la relación entre el forraje desaparecido y el disponible, por lo tanto, como se comentó en el punto anterior, un mayor porcentaje de desaparecido no es necesariamente causa de un mayor consumo animal.

A diferencia de las ofertas de forraje manejadas durante el experimento (ver figura No. 13) Almada et al. (2007), trabajando con ofertas de 2,0 y 4,5 kg MS/día/100 kg PV, obtuvieron utilidades mayores, del orden del 80 y 70 % respectivamente. Pastoreos más intensos evitan pérdidas por senescencia y logran mayor remoción de forraje verde (Soca y Chilbroste, 2008), aumentando la eficiencia de cosecha del forraje producido y hasta cierto punto la producción de carne por hectárea. De otro modo, el aumento de la asignación de forraje, si bien trae consigo un menor porcentaje de utilización, puede mejorar la performance individual del animal (Simeone y Beretta, 2008).

Haciendo referencia al porcentaje de utilización, en la mayoría de las pasturas, hay una gran cantidad de forraje que nunca se consume y eventualmente se pierde. Los sistemas de pastoreo continuo tradicionales pueden llegar a usar solo el 30-40% del forraje disponible, perdiéndose el resto por senescencia y muerte. La mayor parte de esta pérdida ocurre por cargas inadecuadas o durante periodos de crecimiento rápido, cuando existe un exceso en relación a la demanda que el ganado realiza. El acortamiento de los periodos de pastoreo de siete a tres días aumenta la utilización a

un 50-65%; a dos días a 55-70%; y a un día entre 60- 70% (The Stock Farmer, citado por Gallo et al., 2015).

#### 4.7 PRODUCCIÓN ANIMAL

A continuación, se presentan los datos registrados de producción animal durante la evaluación, ganancia media diaria (kg/animal/día), productividad total (kg/ha), asignación de forraje (%PV).

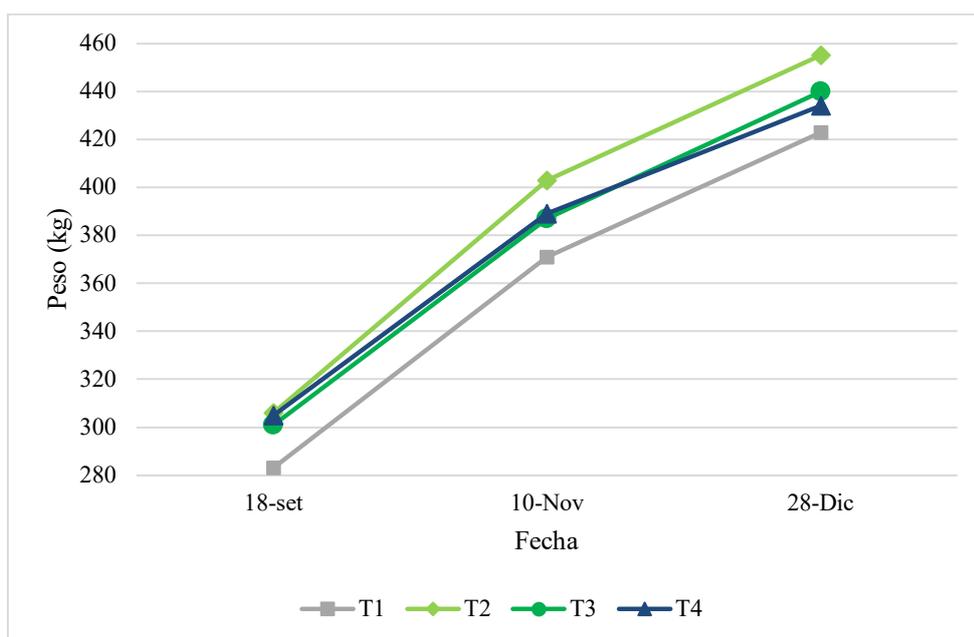


Figura No. 11. Evolución del peso vivo individual promedio por tratamiento en todo el periodo de evaluación.

En la figura No. 11, se presenta la evolución del peso animal promedio por tratamiento, desde el inicio del pastoreo en septiembre hasta la finalización del experimento en diciembre. Para los cuatro tratamientos se aprecia una evolución muy similar; desde el punto de vista temporal, se puede notar en la gráfica una leve superioridad en la ganancia para el período primaveral temprano, respecto a las ganancias de la primavera tardía, como se puede apreciar en el cuadro No. 15. Los animales ingresaron con un peso aproximado de 300 kg cada uno, y salieron con 440 kg aproximadamente. Debido a que existen factores del animal que pueden determinar diferencias en el consumo y en el desempeño esperado, como lo son la edad, el peso, el nivel de producción y la condición corporal (Cangiano, 1997), es importante destacar que el lote fue relativamente homogéneo en edad, peso y condición corporal con el objetivo de que el desempeño de los animales no estuviera condicionado por estos factores.

#### 4.7.1 GMD por animal y producción de peso vivo por hectárea

A continuación, se presentan los datos registrados de ganancia media diaria, producción de carne por hectárea y asignación de forraje promedio.

Cuadro No. 14. Ganancia media individual, producción por hectárea y asignación de forraje promedio por tratamiento en todo el periodo de evaluación.

Tratamiento	Producción (kg/ha)	GMD (kg/an/d)	Asignación (%PV)
T2 (intersiembra+P)	302	1,453 A	8,6
T1 (intersiembra)	286	1,375 A	6,5
T3 (int+P+N)	284	1,367 A	9,8
T4 (herb+int+P+N)	264	1,267 A	8,7

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

En el cuadro No. 14, se presenta la ganancia media diaria promedio para la evaluación, la producción por hectárea y la asignación de forraje promedio según tratamiento. Como se puede observar, a pesar de las diferencias en asignación de forraje entre tratamientos, la ganancia media diaria no presentó diferencias significativas, esto lo podemos explicar ya que las asignaciones de todos los tratamientos están iguales o por encima del nivel crítico mencionado por distintos autores, ya que, por encima de dicho valor, debido a factores fisiológicos del animal la ganancia individual no continúa aumentando. Almada et al. (2007) mencionan que la ganancia diaria por animal alcanza un máximo con la asignación de 7,0 % de PV y esta no varía si la asignación se aumenta a 9,5 % de PV.

Zanoniani (2009), indica que asignaciones cercanas al 6% combinan una adecuada ganancia animal, carga por superficie y producción, con una buena persistencia de pasturas compuestas por gramíneas y leguminosas. Agustoni et al. (2008), en la misma línea, mencionan que con asignaciones dentro del rango de 5,6 – 6,8% del PV de oferta, se combina una adecuada ganancia por animal (1,5 - 1,6 kg animal/día) y por hectárea (530 - 500 kg/ha/año) con un aceptable comportamiento de la pastura, sin poner en riesgo su persistencia. Si observamos el cuadro No 14, si bien los resultados no coinciden exactamente con los presentados por Agustoni, los mismos son similares, es probable que la diferencia entre ambos estudios está dada por factores como el efecto año, el estado de la pastura, o factores intrínsecos a los animales. Lucas, citado por Agustoni et al. (2008) indica que las diferencias entre autores pueden deberse a varios factores que condicionan las características fisicoquímicas y morfológicas de las pasturas y a la capacidad del animal de convertir lo ingerido en producto animal.

Como se ha mencionado, la limitante productiva identificada en el experimento reside en los indicios de desaprovechamiento del forraje en los tratamientos fertilizados. En la línea de incrementar la productividad por unidad de superficie y mejorar el resultado económico de los sistemas, es posible ajustar la asignación de forraje a los valores recomendados y así lograr que esa mayor producción de forraje se transforme en una mayor producción de carne. Aumentos en la carga provocan un aumento en la producción por hectárea dentro de cierto rango debido a que la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de disminución en la producción por animal (Mott, 1960). El principal objetivo de lo propuesto es aumentar la productividad del sistema, ya que como menciona Hodgson (1990), la productividad de un sistema pastoril es el resultado integrado de la producción de forraje, su utilización por parte de los animales y la eficiencia con que este forraje consumido es transformado en producto animal.

#### 4.7.2 Evolución de la asignación de forraje promedio en todo el periodo de evaluación

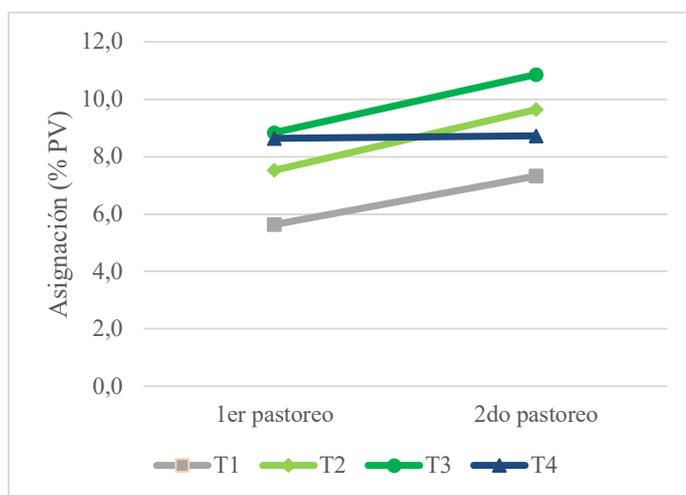


Figura No. 12. Evolución de la asignación de forraje promedio durante todo el periodo de evaluación.

En la figura, se puede observar el incremento en la asignación de forraje que se dió del primer al segundo pastoreo, a excepción del tratamiento 4, condicionado por la ausencia de festuca. Las asignaciones fueron altas en todo el período, exceptuando la del tratamiento 1 en el primer pastoreo, que tuvo un peor desempeño en la producción de forraje respecto a los tratamientos fertilizados. Altas asignaciones de forraje, son sinónimos de una baja carga animal. Respecto a esto, Lemaire y Chapman, citados por Chilibroste et al. (2005), indican, por un lado, que una carga alta tiene un efecto negativo sobre la morfogénesis y estructura de las plantas, que es causado por la intensidad de pastoreo; ésta, puede generar una reducción en la tasa de crecimiento

de las pasturas. Por otro lado, menores cargas tienen un efecto negativo en la tasa de crecimiento, explicado por una mayor cantidad de restos secos acumulados. Según Mott (1960), una menor disponibilidad de forraje por animal pasa a limitar el consumo e incrementa los costos energéticos de la actividad de pastoreo por unidad de forraje consumido. Dentro de un cierto rango de cargas, la menor producción individual se compensa por el aumento de los animales por hectárea, pero esta situación puede ser limitante en circunstancias en las que se desea, además, obtener buenas ganancias individuales (Simeone y Beretta, 2008). Tal como expresan Hodgson (1990) y Montossi et al. (1996), la disponibilidad de forraje presenta un efecto directo en el consumo; a medida que aumenta la disponibilidad disminuye la tasa de bocado, pero se obtiene un mayor peso de bocado, lo que permite un mayor consumo.

Cuadro No. 15 Ganancia media individual promedio en el primer y segundo pastoreo.

Tratamiento	Pastoreo 1	Pastoreo 2
T1 (intersiembra)	1,66 A	1,09 A
T2 (intersiembra+P)	1,80 A	1,08 A
T3 (int+P+N)	1,61 A	1,10 A
T4 (herb+int+P+N)	1,57 A	0,93 A

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

En el cuadro No. 15, se puede observar la ganancia media diaria promedio (kg/animal/día) por pastoreo. Durante ambos pastoreos no existieron diferencias significativas. La ganancia diaria del primer pastoreo, es cercana a la ganancia potencial de animales de estas características, por lo que en este caso la misma estuvo limitada fisiológicamente. En cambio, para el segundo pastoreo, se atribuye una limitante nutricional de la pastura. Esto se encuentra evidenciado por la baja de las GMD en todos los tratamientos en el segundo pastoreo con respecto al primero. La causa de este fenómeno, es que el raigrás (principal componente de la pastura) se encontraba en etapa reproductiva en gran parte del segundo pastoreo, en la cual, si bien la tasa de crecimiento es mayor, la calidad del forraje disminuye, tal como menciona Van Soest, citado por Arocena y Dighiero (1999) que aclara que el valor nutritivo de la pastura se mide a través del contenido de proteína cruda y el porcentaje de digestibilidad, los cuales varían a lo largo del año. A medida que avanza la madurez de la pastura, se producen modificaciones en los tejidos de las plantas como en el contenido de lignina y la relación hoja/tallo, la cual desciende a medida que la pastura avanza hacia el estado reproductivo (Arocena y Dighiero, 1999). Se ha demostrado en diversas gramíneas (Charles-Edwards et al., 1987) que el nitrógeno tiende a posicionarse preferencialmente en los horizontes adecuadamente iluminados como

resultado de una redistribución interna desde las hojas sombreadas hacia las que ocupan las posiciones superiores de la cubierta vegetal para eficientizar la función fotosintética del nitrógeno en la planta. Este fenómeno de pérdida de concentración de nitrógeno podría acelerar la senescencia y la acumulación de restos secos, disminuyendo la calidad de la pastura y la performance animal.

El tratamiento 4, presentó, numéricamente, ganancias individuales algo más bajas que los otros tratamientos en el segundo pastoreo, si tenemos en cuenta que es el único tratamiento con herbicida aplicado a la pradera original, esto podría deberse a un aporte bajo o nulo de la festuca y otras especies espontáneas, que si se encontraban en el resto de los tratamientos. Esta falta de variabilidad de especies, sumada al estado avanzado del raigrás en el último mes de pastoreo puede haber jugado un papel relevante en la calidad del forraje ofrecido y en el consumo animal.

Cabe destacar el alto valor de las tasas de ganancia en todos los tratamientos, una posible explicación de los valores obtenidos en ambos pastoreos es la alta asignación manejada durante todo el experimento, esto permitió a los animales seleccionar una dieta de alta calidad. Dalley et al. (1999), mencionan que al aplicar diferentes asignaciones de forrajes (AF) existen cambios en la calidad de lo que los animales consumen debido a que tienen una menor o mayor posibilidad de selección. Wales et al. (1998) coinciden que en general los animales con altas asignaciones seleccionan dietas con mayor cantidad de proteína cruda y menores niveles de fibra detergente neutra en relación a bajas asignaciones de forraje. En relación al raigrás y el trébol rojo como los principales componentes de la pastura, Carámbula (2002-2004), sostiene que suministrar mezclas a animales de altos requerimientos nutricionales genera altas tasas de ganancia diaria; en el mismo sentido, Soto (1996) y Carámbula (2002-2004), mencionan que las mezclas mejoran la dieta ofrecida a los animales porque existe una sinergia entre las gramíneas que proporcionan glúcidos y potasio, y las leguminosas que aportan más nitrógeno, calcio y magnesio.

Respecto a la disminución de la performance animal en el segundo pastoreo, también se puede atribuir parte de esto al estrés térmico que hayan sufrido los animales, con temperaturas de noviembre y diciembre muy por encima de la media histórica y con muy poca nubosidad, tal como se presenta en la figura No. 4, Martin, citado por Adami et al. (2008), estima que cuando la temperatura supera los 27 °C el ambiente es estresante para los bovinos. Estas condiciones fueron muy frecuentes en el último mes de evaluación, además, es de recalcar que los animales no contaban con sombra en las parcelas. En respuesta al estrés térmico, el vacuno reduce su consumo de materia seca y destina energía al restablecimiento de la homeotermia a través de un aumento de la tasa metabólica (SCA, citado por Beretta et al., 2013). Arias et al. (2008) manifiestan que se produce una reducción en el potencial productivo, como consecuencia de

cambios en los requerimientos y las estrategias adoptadas para mitigar el impacto del periodo de estrés por parte de los animales.

## 5 CONCLUSIONES

La implementación de las distintas alternativas de fertilización, fosfatada y nitrogenada, permitió una mayor producción de forraje y un mayor aporte de las especies introducidas respecto al tratamiento no fertilizado. Por lo que se recomendaría, en pasturas mezcla, la aplicación de los mismos, pero fundamentalmente fósforo, dado que promueven las leguminosas y contribuyen con el N fijado a la productividad de las gramíneas.

Las ganancias medias diarias de los animales no presentaron diferencias significativas.

Las altas asignaciones de forraje manejadas en todos los tratamientos, mayores a 6,5%, no permitieron expresar diferencias en la producción individual y limitaron la posibilidad de expresar una mayor producción de carne por hectárea, fundamentalmente en los tratamientos con agregado de fertilizante.

## 6 RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental “Dr Mario. A. Cassinoni”, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandu, Uruguay. El mismo se realizó en el potrero n° 33 (Latitud 32° 22'30,98" y Longitud 58° 03' 46,00") durante el periodo comprendido entre el 15 de abril y el 28 de diciembre de 2021. El objetivo principal del trabajo consistió en evaluar el efecto de la incorporación de raigrás y trébol rojo mediante intersiembra, con diferentes estrategias de fertilización y control químico, sobre la producción de forraje, composición botánica y producción de carne. El experimento fue realizado sobre una pradera vieja de *Festuca arundinacea*, *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus*, el mismo contó con 4 tratamientos con diferentes estrategias de fertilización y control químico que permitieron evaluar y cuantificar las variables mencionadas anteriormente. El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar (DBCA), se dividió el área experimental en 3 bloques, cada bloque dividido en 4 parcelas iguales, a las cuales se les asignaron los tratamientos de forma al azar. El manejo del pastoreo fue rotativo, determinando periodos de descanso y de ocupación de acuerdo a la altura del forraje en las parcelas, buscando que en primavera el ingreso de los animales a la parcela sea con un máximo de 20 cm y la salida con un máximo de 7 cm. Se utilizaron 20 novillos cruza Hereford-Angus de 300 kg promedio al inicio del pastoreo, colocando 5 animales por tratamiento. Climatológicamente, el invierno tuvo precipitaciones similares a la media histórica, pero con temperaturas un tanto más bajas que lo habitual, retrasando la fecha de ingreso de los animales. La primavera, por su parte, transcurrió con lluvias mucho más aisladas, con una sequía muy acentuada en el mes de diciembre y temperaturas bastante más elevadas de lo normal, que repercutieron en el potencial de producción de la pastura y probablemente de los animales. En cuanto a los resultados del trabajo se pudo observar diferencias en términos de respuesta en producción de forraje y proporción de las especies de interés a favor de los tratamientos fertilizados mientras que en la producción de carne no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Palabras claves: producción de forraje, producción animal, intersiembra.

## 7 SUMMARY

The present work was carried out at the Experimental Station “Dr Mario A. Cassinoni” (University of the Republic. Faculty of Agronomy, Paysandú, Uruguay). It was carried on the field paddock n° 33 (Latitude 32° 22’30,98” y Longitude 58° 03’46,00”) during the period April 15 to December 28, 2021. The main objective of the work consisted in evaluating the effect of the incorporation of *Lolium multiflorum* and *Trifolium pratense* by intercropping with different fertilization strategies and chemical control and the effects on forage production, botanical composition and meat production. The experiment was performed on an old meadow initially composed by *Festuca arundinacea*, *Trifolium pratense* and *Lotus corniculatus*. It consisted of 4 treatments with different strategies of fertilization and chemical control that allowed to evaluate and quantify de variables mentioned previously. The experiment used randomized complete block design (RCBD), the experimental area was divided in 3 blocks and each block divided in 4 plots equally and they were assigned the treatments randomly. The grazing management was rotative determining periods of occupation and rest depending on the height of the pasture. At the spring the entry of the animals on the plots was with a maximum of 20 cm and the exit with maximum of 7 cm. They were used 20 steers Hereford-Angus cross of 300 kg live weight average at the start of the grazing. There were used 5 animals per treatment. Climatologically in the winter the precipitations were similar to the historical average but temperatures were a bit lower than usual, this caused delay in the entry of the animals. In spring rains occurred much more isolated with an accentuated drought in December and temperatures higher than normal. This impacted on the potential of the production of the pastures and probably on animal production. In terms of the results of the work there were differences in forage production and proportion of species of interest in favor of fertilized treatments while meat production had not significant differences between treatments.

Keywords: forage production, animal production, intercropping.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- 1- Acosta, G.; Cangiano, C.; Miñon, D. 1998. Efecto del pastoreo y fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y calidad del raigrás inglés (*Lolium perenne*). (en línea). Argentina, s.e. s.p. Consultado 14 set. 2022. Disponible en [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/22-efectos\\_pastoreo\\_fertilizacion\\_raigras.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/22-efectos_pastoreo_fertilizacion_raigras.pdf)
- 2- Adami, I. G.; Betancur, H. R.; Esteves, A. M. 2008. Evaluación del encierro diurno y la suplementación energética como estrategia de manejo en novillos hereford pastoreando praderas mezclas de gramíneas y leguminosas durante el período estival. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 115 p.
- 3- Agnusdei, M. G.; Di Marco, O. N.; Insúa, J. 2014. Calidad nutritiva de festuca alta. *Visión Rural*. no. 89: 5 - 9.
- 4- Agustoni, F.; Bussi, C.; Shimabukuro, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.
- 5- Almada, S.; Palacios, M.; Villalba, S.; Zipitría, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.
- 6- Altier, N. 2010. Enfermedades en pasturas. In: Altier, N.; Rebuffo, N.; Cabrera, K. *Enfermedades y plagas en pasturas*. Montevideo, INIA. pp. 19 - 35. (Serie Técnica no. 183).
- 7- Álvarez, J.; Apolinario, E. 2012. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras utilizadas en renovación de praderas degradadas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 110 p.
- 8- Amadeo, C. A. 2001. Intersiembras. (en línea). Buenos Aires, s.e. 3 p. Consultado 19 jul. 2022. Disponible en <https://es.scribd.com/document/285919753/Inter-Siembras>
- 9- Arias, R. A.; Mader, T. L.; Escobar, P. C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 40(1): 7 - 22.
- 10- Arocena, C.; Dighiero, A. 1999. Evaluación de la producción y calidad de carne de cordero sobre una mezcla forrajera de avena y raigrás, bajo los efectos de carga

- animal, suplementación y sistemas de pastoreo para la región de basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 147 p.
- 11- Arrospide, C. G.; Ceroni, C. E. 1980. Estudio sobre el rejuvenecimiento de praderas sembradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 173 p.
- 12- Azanza, A.; Panissa, R.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 145 p.
- 13- Baars, R. M.; Jenkins, E. 1996. Establecimiento de leguminosas forrajeras en asociación con gramíneas en Fincas de Tilaran, Costa Rica. *Pasturas Tropicales*. 18(3): 54 - 59.
- 14- Ball, P. R.; Field, T. R. O. 1982. Responses to nitrogen as affected by pasture characteristics, season and grazing management. In: Lynch, P. B. ed. *Nitrogen Fertilizers in New Zealand Agriculture*. Auckland, Ray Richards. pp. 45 - 64.
- 15- Barcellos, A. 1986. Recuperação de pastagens degradadas. Planaltina, EMBRAPA. 38 p.
- 16- Barthram, G. T. 1986. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Alcock M. M. ed. *The Hill Farming Research Organisation Biennial Report 1984-1985*. Edinburgh, HFRO. pp. 29 - 30.
- 17- Barthram, G. T.; Bolton, G. R.; Elston, D. A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. *Agronomie*. 19(6): 445 - 456.
- 18- Bélanger, G.; Gastal, F.; Lemaire, G. 1992. Growth analysis of a tall fescue sward fertilized with different rates of nitrogen. *Crop Science*. 32(6): 1371 - 1376.
- 19- Beretta, V.; Simeone, A.; Bentancur, O. 2013. Manejo de la sombra asociado a la restricción del pastoreo: efecto sobre el comportamiento y performance estival de vacunos. *Agrociencia (Uruguay)*. 17(1): 131 - 140.
- 20- Bermúdez, R.; Carámbula, M.; Ayala, W. 1996. Introducción de gramíneas en mejoramientos extensivos. In: *Jornada de producción animal (1996, Treinta y Tres)*. Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 33 - 43. (Actividades de Difusión no. 110).

- 21- Berretta, E. J. 1998. Efecto del pastoreo y de la introducción de especies en la evolución de la composición botánica de pasturas naturales. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 91 - 97. (Serie Técnica no. 102).
- 22- Bianchi, J. L. 1982. Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso de novillos en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 83 p.
- 23- Blaser, R. E.; Skrdla, W. H.; Taylor, T. H. 1952. Ecological and Physiological Factors in Compounding Forage Seed Mixtures. *Advances in Agronomy*. 4: 179 - 216.
- 24- \_\_\_\_\_.; Hammes, R. C.; Bryant, H. T.; Hardison, W. A.; Fontenot, J. P.; Engel, R. W. 1961. The effect of selective grazing on animal output. In: International Grassland Congress (8<sup>th</sup>., 1961, Reading). Proceedings. Reading, s.e. pp. 601 - 606.
- 25- Boggiano, P. 2000. Dinâmica da produção primária da pastagem nativa em área de fertilidade corrigida sob efeito de adubação nitrogenada e oferta de forragem. Tesis Doctorado. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. 179 p.
- 26- Bottaro, C.; Zavala, F. 1973. Efecto de la fertilización mineral NPK en la producción de forraje de algunas pasturas naturales del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 171 p.
- 27- Brancato, A.; Panissa, R. J.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 84 p.
- 28- Brown, D. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Hurley, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. pp. 42 - 79. (Bulletin no. 42).
- 29- Buxton, D. R. 1989. Major climatic and edaphic stresses in the United States. In: Marten, G. C.; Matches, A. G.; Barnes, R. F.; Brougham, R. W.; Clements, R. J.; Sheath, G. W. eds. Persistence of forage legumes. Hawaii, American Society of Agronomy. pp. 217 - 232.
- 30- Cangiano, C. 1997. Consumo en pastoreo: factores que afectan la facilidad de cosecha. In: Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. pp. 41-64.

- 31- Carámbula, M. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
- 32- Carámbula, M. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 530 p.
- 33- Carámbula, M.; Terra, J. A. 2000. Las sequías: antes, durante y después. Montevideo, INIA. 133 p. (Boletín de Divulgación no. 74).
- 34- Carámbula, M. 2002-2004. Pasturas y forrajes. Montevideo, Hemisferio Sur. 3 v.
- 35- Carámbula, M. 2003. ¿Qué tipo de raigrás debería utilizar? Revista Plan Agropecuario. no. 105: 52 - 55.
- 36- Carrasco Núñez, A.; Castro Mena, V.; Díaz Faccini, R. 2020. Efecto del grado de intensificación de una interseembra de segundo año de *Lolium multiflorum* y *Trifolium* sobre la producción de forraje de una pradera vieja. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 101 p.
- 37- Carrera, M.; González, R.; González, D.; Rovira, P. 1996. Efecto de la dotación y manejo del pastoreo en la productividad del campo natural y mejorado. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 97 p.
- 38- Cassman, K. G.; Whitney, A. S.; Stockinger, K. R. 1980. Root growth and dry matter distribution of soybean as affected by phosphorous stress, nodulation and nitrogen source. *Crop Science*. 20(2): 239 - 244.
- 39- Chapman, D. F.; Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress (17<sup>th</sup>., 1993, Palmerston). Proceedings. Wellington, SIR. pp. 95 - 104.
- 40- \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. In: Hodgson, J.; Illius, A. W. eds. Ecology and management of grazing systems. Wallingford, CABI. pp. 3 - 36.
- 41- Charles-Edwards, D. A.; Stutzel, H.; Ferraris, R.; Beech, D. F. 1987. An analysis of spatial variation in the nitrogen content of leaves from different horizons within a canopy. *Annals of Botany*. 60(4): 421 - 426.
- 42- Chilibroste, P.; Soca, P.; De Armas, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. *Cangüé*. no. 27: 15 - 17.

- 43- 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. Balcarce, INTA. 21 p. (Boletín Técnico no. 148).
- 44- Cruz, P.; Boval, M. 1999. Effect of nitrogen on some morphogenetical traits of temperate and tropical perennial forage grasses. *In*: Lemaire, G.; Hodgson, J.; de Moraes, A.; Nabinger, C.; Carvalho, P. C. de F. eds. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Wallingford, CABI. pp. 134 - 150.
- 45- Dall'Agno, M.; Scheffer-Basso, S. 2001. Produção e utilização de alfafa. *In*: Simpósio sobre Manejo da Pastagem (17<sup>th</sup>., 2000, Piracicaba). Trabalhos apresentados. Piracicaba, FEALQ. pp. 265 - 296.
- 46- Dalley, D. E.; Roche, J. R.; Grainger, C.; Moate, P. J. 1999. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pasture at different herbage allowances in spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 39(8): 923 - 931.
- 47- Darwich, N. A.; González, E. P. 1982. Persistencia de pasturas cultivadas: descripción del problema. *In*: García, J. ed. Reunión técnica (1982, La Estanzuela, Uruguay). Persistencia de pasturas mejoradas. Montevideo, IICA. pp. 3 - 5. (Diálogo no. 5).
- 48- Davies, A. 1974. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. *Journal of Agricultural Science*. 82(1): 165 - 172.
- 49- \_\_\_\_\_. 1988. The regrowth of grass swards. *In*: Jones, M. B.; Lazenby, A. eds. The physiological basis of production. New York, Chapman and Hall. pp. 177 - 208.
- 50- Do Prado Wildner, L.; Da Veiga, M. 1994. Erosión y pérdida de fertilidad del suelo. (en línea). *In*: Erosión de suelos en América Latina. Santiago, FAO. s.p. Consultado dic. 2014. Disponible en <https://www.fao.org/3/t2351s/t2351s06.htm>
- 51- Drevon, J. J.; Hartwig, U. A. 1997. Phosphorous deficiency increases the argon-induced decline of nodule nitrogenase activity in soybean and alfalfa. *Planta*. 201(4): 463 - 469.
- 52- Duré Rosales, G.; Fazzio Herrán, J.; Pittier Gardil, S. 2020. Construcción de producción de raigrás anual en mezclas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 70 p.

- 53- Engelstad, O. P.; Terman, G. L. 1980. Agronomic effectiveness of phosphate fertilizers. In: Khasawneh, R. E.; Samples, E.; Kamprath, E. eds. The role of phosphorus in agriculture. Wisconsin, American Society of Agronomy. pp. 311 - 332.
- 54- Escuder, C. 1997. Manejo de la defoliación: efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C. Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. pp. 65 - 84.
- 55- Espasandín, A.; Franco, J.; Oliveira, G.; Bentancur, O.; Gimeno, D.; Pereyra, F.; Rogberg, M. 2006. Impacto productivo y económico del uso del cruzamiento entre las razas Hereford y Angus en el Uruguay. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (34<sup>a</sup>., 2006, Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 41 - 51.
- 56- Fernández-Pascual, M.; de María, N.; de Felipe, M. 2002. Fijación biológica del nitrógeno: factores limitantes. (en línea). In: Jornadas Científicas sobre Medio Ambiente del CCMA-CSIC (2<sup>da</sup>., 2002). Memorias. Madrid, CSIC. pp. 195 - 202. Consultado 16 set. 2022. Disponible en [http://digital.csic.es/bitstream/10261/128283/1/Fijaci%C3%B3n%20Biol%C3%B3gica391\(MC%20F%20Pascual\).pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/128283/1/Fijaci%C3%B3n%20Biol%C3%B3gica391(MC%20F%20Pascual).pdf)
- 57- Ferrari, O. 2014. Rejuvenecimiento de pasturas. (en línea). Argentina, s.e. s.p. Consultado 19 jul. 2022. Disponible en [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/191-intersiembra.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/191-intersiembra.pdf)
- 58- Finozzi, G.; Quintana, P. 2000. Implantación de gramíneas y leguminosas en tres suelos y tapices de basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 142 p.
- 59- Folgar, L.; Vega, G. 2013. Efecto de la dotación animal sobre la producción invierno-primaveral de una pastura de Festuca arundinacea, Trifolium repens y Lotus corniculatus de tercer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 117 p.
- 60- Fontanetto, H.; Keller, O.; Gambaudo, S.; Albrecht, J.; Boschetto, H.; Negro, C.; Belotti, L.; Giailevra, D. 2010. Fertilización con nitrógeno y azufre en Rye Grass: evaluación de la respuesta agronómica y económica, a la fertilización con distintas combinaciones de N y S en un cultivo de rye grass. Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa. abr. 2010: 89 - 92.
- 61- Formoso, F. 1993. Lotus comiculatus: performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).

- 62- \_\_\_\_\_. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. *In*: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Seminario técnico (1995, Tacuarembó). Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1 - 19. (Serie Técnica no. 80).
- 63- \_\_\_\_\_. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 53 - 74. (Boletín de Divulgación no. 69).
- 64- \_\_\_\_\_. 2010. Festuca arundinacea, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
- 65- \_\_\_\_\_. 2011. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras: producción y calidad del forraje: efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). Montevideo, INIA. 302 p. (Serie Técnica no. 188).
- 66- Franco, J.; Gimeno, D.; Feed, O.; Bentancur, O.; Lamas, A. 2008. Evaluación de cruzamientos entre razas de origen británico, continental y cebuino en el Uruguay: características de la canal. (en línea). *In*: Jornadas Uruguayas de Buiatría (36<sup>a</sup>, 2008, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 170 - 172. Consultado set. 2022. Disponible en [https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/118/JB2008\\_170-172.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/118/JB2008_170-172.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 67- Gallo, J.; Godoy, E.; Toneguzzo, M. 2015. Evaluación de la producción de forraje y carne de tres mezclas forrajeras de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 152 p.
- 68- Ganzábal, A.; Montossi, F. 1991. El lanar en sistemas intensivos avances obtenidos en nuevas alternativas para estos sistemas. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 241 - 260. (Serie Técnica no. 13).
- 69- García, J.; Formoso, F.; Risso, D.; Arrospide, G.; Ott, P. 1981. Factores que afectan la productividad y estabilidad de praderas. Colonia, CIIAB. 23 p. (Miscelánea no. 29).
- 70- \_\_\_\_\_. 1992. Persistencia de Leguminosas. *Investigaciones Agronómicas*. 1(2): 143 - 156.
- 71- \_\_\_\_\_.; Labandera, C.; Pastorini, D.; Curbelo, S. 1994. Fijación de nitrógeno por leguminosas en La Estanzuela. *In*: Seminario de Actualización Técnica (1994,

- Colonia, Uruguay). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 13 - 18. (Serie Técnica no. 51).
- 72- \_\_\_\_\_. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).
- 73- García Favre, J. 2017. Producción primaria y efectos residuales de raigrás anual mediante distintas intervenciones: agregado de N y/o incorporación de leguminosas anuales. Tesis Mag. Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 74 p.
- 74- \_\_\_\_\_.; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M.; Boggiano, P. 2017. Incidencia de variables biológicas y edáficas en el establecimiento de mezclas forrajeras. *Agro Sur*. 45(1): 3 - 10.
- 75- Garduño Velázquez, S.; Pérez Pérez, J.; Hernández Garay, A.; Herrera Haro, J. G.; Martínez Hernández, P. A.; Joaquín Torres, B. M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. *Técnica Pecuaria en México*. 47(2): 189 - 202.
- 76- Gastal, F.; Belanger, G.; Lemaire, G. 1992. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. *Annals of Botany*. 70(5): 437 - 442.
- 77- \_\_\_\_\_.; Lemaire, G.; Lestienne, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilisation. In: Simposio em Ecofisiologia das Pastagens e Ecologia do Pastejo (2<sup>nd</sup>., 2004, Curitiba). Trabalhos apresentados. s.n.t. s.p.
- 78- Gentili, F.; Huss-Danell, K. 2002. Phosphorous modifies the effects of nitrogen on nodulation in split-root systems of *Hippophae rhamnoides*. *New Phytologist*. 153(1): 53 - 61.
- 79- Gijsman, A. G.; Thomas, R. J. 1996. Evaluation of some physical properties of an oxisol after conversion of native savanna into legume-based or pure grass pastures. *Tropical Grasslands*. 30: 237 - 248.
- 80- Gimeno, D.; Aguilar, I.; Avedaño, S.; Navajas, E. 2002. La ventaja del novillo cruza en sistemas extensivos de producción. In: Seminario de actualización técnica (2002, Tacuarembó). Cruzamientos en bovinos para carnes. Tacuarembó, INIA. pp. 21 - 30. (Serie Actividades de Difusión no. 295).
- 81- Grant, S. A.; Barthram, G. I.; Torvell, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. *Grass and Forage Science*. 36(3): 155 - 168.

- 82- Gulmon, S. L. 1979. Competition and coexistence: three annual grass species. *American Midland Naturalist*. 101(2): 403 - 416.
- 83- Gutiérrez, F.; Calistro, E. 2013. Nuevas opciones en verdeos de raigrás para las siembras de otoño. *Revista INIA*. no. 32: 28 - 30.
- 84- Hadas, A. 2004. Seedbed preparation: the soil physical environment of germinating seeds. *In*: Benech-Arnold, R. L.; Sánchez, R. A. eds. *Handbook of seed physiology: applications to agriculture*. New York, The Haworth Press. pp. 3 - 49.
- 85- Heitschmidt, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management*. 40: 216 - 223.
- 86- Hernández Garay, A.; Hodgson, J.; Matthew, C. 1997. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures: tissue turnover and herbage accumulation. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 40(1): 25 - 35.
- 87- Herriot, J. B. D. 1958. The establishment of herbage species in Great Britain. *Herbage Abstracts*. 28: 73 - 82.
- 88- Hodgson, J. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 44: 99 - 104.
- 89- \_\_\_\_\_. 1990. *Grazing management: science into practice*. New York, Longman. 203 p.
- 90- INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología, UY). s.f. Características climatológicas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 14 set. 2021. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/caracteristicas-climaticas>
- 91- Jamieson, W. S.; Hodgson, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*. 34(4): 261 - 271.
- 92- Kilpatrick, A. A.; Hanson, E. W.; Dickson, J. G. 1954. Root and crown rots of red clover in Wisconsin, and the relative prevalence of associated fungi. *Phytopathology*. 44: 252 - 259.
- 93- Langer, R. H. M. 1981. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Hemisferio Sur. 514 p.

- 94- Lascano, C.; Spain, J. 1988. Degradación y rehabilitación de pasturas. (en línea). In: Reunión del Comité Asesor de la RIEPT (6<sup>a</sup>., 1988, Veracruz, México). Establecimiento y renovación de pasturas. Actas. México, CIAT. pp. 269 - 345. Consultado 19 jul. 2022. Disponible en [https://books.google.es/books?id=0WntmVEorQkC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?id=0WntmVEorQkC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- 95- Latch, G. O. M.; Skipp, R. A. 1987. Diseases. In: Baker, M. J.; Williams, W. M. eds. White clover. Wallingford, CAB. pp. 421 - 460.
- 96- Lawlor, D. W.; Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant, cell & environment*. 25: 275 - 294.
- 97- Leborgne, R. 1983. Antecedentes técnicos y metodología para presupuestación en establecimientos lecheros. Montevideo, Hemisferio Sur. 53 p.
- 98- Lemaire, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: International Symposium on Animal Production under Grazing (1<sup>st</sup>., 1997, Viçosa, Brasil). Proceedings. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. pp. 117 - 144.
- 99- \_\_\_\_\_.; Agnusdei, M. G. 2000. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, A. de; Carvalho, P. C. eds. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Wallingford, CABI. pp. 265 - 287.
- 100- Lesama, M. F.; Moojen, E. L. 1999. Produção animal em gramíneas de estação fria com fertilização nitrogenada ou associadas com leguminosa, com ou sem fertilização nitrogenada. *Ciência Rural*. 29(1): 123 - 128.
- 101- MAP. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1976. Carta de reconocimiento de Suelos del Uruguay. (en línea). Montevideo. Esc. 1:1.000.000. Color. Consultado may. 2022. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/politicas-y-gestion/carta-reconocimiento-suelos-del-uruguay-escala-11000000>
- 102- Maranges, F.; Do Canto, J.; Gutiérrez, F.; Reyno, R.; Rossi, C.; Lattanzzi, F.; Díaz, J.; Stewart, A. 2019. Festuca “Rizar”: una nueva opción rizomatosa de alta productividad, persistencia y rusticidad. *Revista INIA*. no. 56: 40 - 42.
- 103- Marten, G. C.; Ehle, F. R. 1984. Influence of quality variation in four legume species on weight gains of grazing heifers. *Agronomy Abstracts*. 76: 159.

- 104- Mazzanti, A.; Lemaire, G.; Gastal, F. 1994. Effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep: 1. Herbage growth dynamics. *Grass and Forage Science*. 49(2): 111 - 120.
- 105- \_\_\_\_\_.; Marino, M. A.; Lattanzi, F.; Echeverría, H. A.; Andrade, F. 1997a. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la calidad del forraje de avena y raigras anual en el sudeste bonaerense. Balcarce, INTA. 28 p. (Boletín técnico no. 143).
- 106- \_\_\_\_\_.; Wade, M. H.; García, M. C. 1997b. Efecto de la fertilización nitrogenada de invierno sobre el crecimiento y la composición química del forraje de raigras anual. *Revista Argentina de Producción Animal*. 17(1): 25 - 33.
- 107- Mezzadra, C. 2005. Cruzamientos, una herramienta interesante. (en línea). Argentina, s.e. s.p. Consultado 14 set. 2022. Disponible en [https://www.produccion-animal.com.ar/genetica\\_seleccion\\_cruzamientos/bovinos\\_de\\_carne/71-cruzamientos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_de_carne/71-cruzamientos.pdf)
- 108- MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2020. Anuario estadístico agropecuario. Montevideo. 164 p.
- 109- \_\_\_\_\_. SNIG (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Sistema Nacional de Información Ganadera, UY). 2020. Declaración jurada anual de existencias. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 14 abr. 2021. Disponible en <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZGQxMzRhMTYtMjhhYy00YTc4LTg1NWQ0tNjFkZmE4ODI0YTBliwidCI6ImM2OGQ2NjUxLTFEwZmEtNDEyZC1hZjc3LWI1MTc3NTYyNzkxZSJ9>
- 110- Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
- 111- Molfino, J. H.; Califra, A. 2001. Agua disponible de las tierras del Uruguay -Segunda Aproximación. Montevideo, MGAP. 13 p.
- 112- Montossi, F.; Risso, D.; Pigurina, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. *In*: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 93 - 105. (Serie Técnica no. 80).
- 113- Morón, A. 2008. Relevamiento del estado nutricional y la fertilidad del suelo en cultivos de trébol blanco en la zona Este de Uruguay. *In*: Seminario de actualización técnica (2008, Treinta y Tres). Fertilización fosfatada de pasturas en la región este. Treinta y tres, INIA. pp. 17 - 31. (Serie Técnica no. 172).

- 114- Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and measurements of pasture production. In: International Grassland Congress (8<sup>th</sup>., 1960, Oxford). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606 - 611.
- 115- Moure, S. 2017. Recursos naturales; resultados de la evaluación de *Lolium multiflorum* Lam. (raigrás anual) en La Estanzuela y Salto. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 161: 58 - 61. Consultado ago. 2022. Disponible en [https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/173\\_2671.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/173_2671.pdf)
- 116- Munro, J. M.; Walters, R. J. 1986. The feeding value of grass. In: Frame, J. ed. Grazing. Berkshire, British Grassland Society. pp. 65 - 78. (Occasional Symposium no. 19).
- 117- Nabinger, C. 1996. Eficiencia do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: Simposio sobre Manejo da Pastagem (14<sup>th</sup>., 1997, Piracicaba). Fundamentos do pastejo rotacionado. Piracicaba, ESALQ. pp. 213 - 251.
- 118- Olmos, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco. Montevideo, INIA. 248 p. (Serie Técnica no. 145).
- 119- Paladines, O.; Lascano, C. 1983. Rescomendaciones para evaluar germoplasma bajo pastoreo en pequeños potreros. In: Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas: metodologías de evaluación. Cali, CIAT. pp. 165 - 185.
- 120- Parga, J.; Nolberto, T. 2006. Manejo del pastoreo con vacas lecheras en praderas permanentes. Remehue, INIA. 12 p.
- 121- Pattarino, C. 2021. USDA confirma buenas perspectivas para el mercado cárnico. (en línea). Montevideo, Blasina y Asociados. s.p. Consultado 14 abr. 2021. Disponible en <https://blasinayasociados.com/usda-confirma-buenas-perspectivas-para-el-mercado-carnico/>
- 122- Peralta, O. 2002. Recuperación de pasturas degradadas. (en línea). Argentina, s.e. s.p. Consultado 30 jun. 2022. Disponible en [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/56-recuperacion\\_pasturas.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/56-recuperacion_pasturas.pdf)
- 123- Perdomo, C.; Barbazán, M. 1999. Nitrógeno. Montevideo, Universidad de la República. 72 p.
- 124- Perrachón, J. 2009. Pensemos en los verdeos de invierno. Revista del Plan Agropecuario. no. 137: 42 - 46.

- 125- Pizzio, R. M.; Royo Pallarés, O. 1995. Utilización y manejo de los pastizales del ecosistema Campos de Argentina. In: Pulgnau, J. ed. Utilización y manejo de pastizales. Montevideo, IICA. pp. 115 - 126. (Dialogo no. 40).
- 126- Posada Ochoa, S.; Cerón, J. M.; Arenas, J.; Hamedt, J. F.; Álvarez, A. 2013. Evaluación del establecimiento de ryegrass (*Lolium* sp.) en potreros de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) usando la metodología de cero labranza. (en línea). Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. 8(1): 23 - 32. Consultado 12 set. 2022. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321428109003>
- 127- Rabuffetti, A. 2017. La fertilidad del suelo y su manejo. Montevideo, Hemisferio Sur. v. 1, 396 p.
- 128- Rocha, M. G.; Restle, J.; Frizzo, A.; Teixeira, D.; Baptaglin, D.; Kellermann, F., Pilau, A., Pereira, F. 2003. Alternativa de Utilização da Pastagem Hiberna para Recria de Bezerras de Corte. Revista Brasileira de Zootecnia. 32(2): 383 - 392.
- 129- Rodríguez, J. s.f. Las malezas y el agroecosistema. (en línea). s.n.t. 26 p. Consultado 16 set. 2022. Disponible en <http://www.pv.fagro.edu.uy/Malezas/Doc/LAS%20MALEZAS%20Y%20EL%20AGROECOSISTEMAS.pdf>.
- 130- Rovira, P. 2008. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 336 p.
- 131- Sánchez, A.; López, R.; Espasandín, A.; Gimeno, D.; Urioste, J. s.f. Cruzamientos. (en línea). s.n.t. 19 p. Consultado 3 ago. 2022. Disponible en <https://mejorageneticaanimal.files.wordpress.com/2016/03/cruzamientos1.pdf>
- 132- Santiñaque, F. 1979. Estudios sobre la productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 86 p.
- 133- \_\_\_\_\_.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. 2(1): 16 - 21.
- 134- Scheneiter, J. O. 2014. El raigrás anual en las regiones Pampeana y sur de la Mesopotamia. Buenos Aires, INTA. 38 p.
- 135- Schulze, E.; Beck, E.; Müller-Hohenstein, K. 2005. Plant ecology. Berlin, Springer. 702 p.

- 136- Seaney, R. R.; Henson, P. R. 1970. Birdsfoot Trefoil. *Advances in Agronomy*. 22: 119 - 157.
- 137- Severova, V. 1997. Clima del Uruguay. (en línea). Montevideo, RAU. s.p. Consultado 14 set. 2021. Disponible en [https://www.rau.edu.uy/uruguay/geografia/Uy\\_c-info.htm](https://www.rau.edu.uy/uruguay/geografia/Uy_c-info.htm)
- 138- Sheath, G. W.; Pottinger, R. P.; Conforth, I. S. 1989. Informe de los consultores sobre la estabilidad de las pasturas en el Uruguay. *Revista del Plan Agropecuario. Suplemento especial*. 10: 32.
- 139- Simeone, A.; Beretta, V. 2008. Producción de carne a pasto: asignación de forraje, respuesta animal y utilización del forraje. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10ª., 2008, Paysandú, UY). Memorias. Paysandú, UPIC. pp. 20 - 23.*
- 140- Sinclair, T.; Fiscus, E.; Wherley, B.; Durham, M.; Ruffy, T. 2007. Atmospheric vapor pressure deficit is critical in predicting growth response of "cool-season" grass *Festuca arundinacea* to temperature change. *Planta*. 227: 273 - 276.
- 141- Smetham, M. L. 1981. Manejo del pastoreo. *In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 210 - 270.*
- 142- Soares, A. B.; Restle, J. 2002. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de triticale e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31(2): 908 - 917.
- 143- Soca, P.; Chilibroste, P. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años: aportes desde la EEMC. *Cangüé. no. 30: 36 - 44.*
- 144- Soto, P. 1996. Consideraciones para elegir una especie o mezcla forrajera. *In: Ruiz, I. ed. Praderas para Chile. Santiago de Chile, INIA. pp. 140 - 147.*
- 145- Spain, J. M.; Gualdrón, R. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas: establecimiento y renovación de potreros. *In: Lascano, C. E.; Spain, J. eds. Reunión del comité asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (6ª., 1988, Veracruz, México). Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoques de investigación. Cali, CIAT. pp. 269 - 283.*
- 146- Stoddart, L. A.; Smith, A. D.; Box, T. W. 1975. Range management. 3rd. ed. New York, McGraw-Hill. 532 p.

- 147- Taiz, L.; Ziegler, E. 2006. *Plant Physiology*. 4th. ed. Massachusetts, Sinauer. 764 p.
- 148- Udelar. FA (Universidad de la República. Facultad de Agronomía, UY). 1997. *Forrajeras*. Montevideo. v. 2. 153 p.
- 149- Wales, W. J.; Doyle, P. T.; Dellow, D. W. 1998. Dry matter intake, nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at different pasture allowances in summer and autumn. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 38(5): 451 - 460.
- 150- Whitehead, D. C. 1995. *Grassland nitrogen*. Wallington, CABI. 397 p.
- 151- \_\_\_\_\_. 2000. *Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationships*. Wallingford, CABI. 369 p.
- 152- Wilman, D.; Wright, P. T. 1983. Some effects of applied nitrogen on the growth and chemical composition of temperate grasses. *Herbage Abstracts*. 53(8): 387 - 393.
- 153- Yong, G.; Macias, G. P.; Yamasaki, A.; León, H.; Santiago, F.; Ibarra, C. E.; Ruiz, A. J.; Yamasaki, L. 2015. *Sistemas de Cruzamientos en Ganado Bovino*. In: Yamasaki, L.; Yamasaki, A.; Young, G. eds. *Reproducción Animal: temas selectos sobre biotecnología de la reproducción animal*. Chiapas, Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia. pp. 73 - 92.
- 154- Zanoniani, R.; Noel, S. 1997. *Verdeos de invierno*. Young, UEDY. s.p. (Cartilla no. 2).
- 155- \_\_\_\_\_. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. *Cangüé*. no. 15: 13 - 17.
- 156- \_\_\_\_\_.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M.; Silveira, D. 2006a. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de 67 pastoreo. In: *Reunão do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul*. Grupo Campos (21ª., 2006, Pelotas). *Trabalhos apresentados*. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
- 157- \_\_\_\_\_.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M.; Silveira, D. 2006b. Producción otoño-invernal del segundo año de raigrás según intensidad de pastoreo. In: *Reunão do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul*. Grupo Campos (21ª., 2006, Pelotas). *Trabalhos apresentados*. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
- 158- \_\_\_\_\_. 2009. Efecto de la oferta de forraje y la fertilización nitrogenada sobre la productividad otoño invernal de un campo natural del litoral. Tesis Mag. Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.

9. ANEXOS

## ANEXO No.1 FESTUCA (kg/ha) DISPONIBLE PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FESTUCA (kg/ha)	12	0,66	0,37	71,06

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	152534,33	5	30506,87	2,31	0,1691
TRATAMIENTO	86995,67	3	28998,56	2,19	0,1898
BLOQUE	65538,67	2	32769,33	2,48	0,1643
Error	79357,33	6	13226,22		
Total	231891,67	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=269,91711

Error: 13226,2222 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	254,67	3	66,40 A
T1	209,33	3	66,40 A
T2	156,00	3	66,40 A
T4	27,33	3	66,40 A

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

## ANEXO No. 2 RAIGRAS (kg/ha) DISPONIBLE PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RAIGRAS (kg/ha)	12	0,71	0,46	31,00

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2147897,42	5	429579,48	2,87	0,1160
TRATAMIENTO	1672220,25	3	557406,75	3,72	0,0802
BLOQUE	475677,17	2	237838,58	1,59	0,2796
Error	898741,50	6	149790,25		
Total	3046638,92	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=908,35221

Error: 149790,2500 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	1563,33	3	223,45 A
T3	1465,33	3	223,45 A B
T2	1350,33	3	223,45 A B
T1	615,33	3	223,45 B

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

## ANEXO No. 3 TREBOL ROJO (kg/ha) DISPONIBLE PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TREBOL ROJO (kg/ha)	12	0,90	0,81	33,61

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	531723,50	5	106344,70	10,47	0,0063
TRATAMIENTO	48526,33	3	16175,44	1,59	0,2869
BLOQUE	483197,17	2	241598,58	23,78	0,0014
Error	60948,17	6	10158,03		
Total	592671,67	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=236,54687

Error: 10158,0278 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	368,67	3	58,19
T2	354,00	3	58,19
T3	260,00	3	58,19
T1	216,67	3	58,19

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

#### ANEXO No 4 MALEZAS (kg/ha) DISPONIBLE PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MALEZAS (kg/ha)	12	0,51	0,11	30,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	161219,67	5	32243,93	1,27	0,3851
TRATAMIENTO	102027,67	3	34009,22	1,34	0,3474
BLOQUE	59192,00	2	29596,00	1,16	0,3740
Error	152557,33	6	25426,22		
Total	313777,00	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=374,24277

Error: 25426,2222 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	624,00	3	92,06
T4	564,00	3	92,06
T2	507,33	3	92,06
T1	374,67	3	92,06

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

#### ANEXO No 5 ESPONTANEAS (kg/ha) DISPONIBLE PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ESPONTANEAS (kg/ha)	12	0,36	0,00	155,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	glb	CM	F	p-valor
Modelo	10421,17	5	2084,23	0,68	0,6533
TRATAMIENTO	2409,67	3	803,22	0,26	0,8495
BLOQUE	8011,50	2	4005,75	1,31	0,3362
Error	18287,83	6	3047,97		
Total	28709,00	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=129,57404

Error: 3047,9722 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	51,33	3	31,87 A
T3	47,00	3	31,87 A
T1	26,67	3	31,87 A
T4	17,00	3	31,87 A

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

#### ANEXO No 6 RESTOS SECOS (kg/ha) DISPONIBLE PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RESTOS SECOS (kg/ha)	12	0,81	0,65	50,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	239216,75	5	47843,35	5,07	0,0365
TRATAMIENTO	20009,58	3	6669,86	0,71	0,5820
BLOQUE	219207,17	2	109603,58	11,62	0,0086
Error	56604,17	6	9434,03		
Total	295820,92	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=227,96128

Error: 9434,0278 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	244,67	3	56,08 A
T3	199,00	3	56,08 A
T4	188,67	3	56,08 A
T2	130,00	3	56,08 A

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

#### ANEXO No 7 FESTUCA (kg/ha) REMANENTE PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FESTUCA (kg/ha)	12	0,49	0,06	188,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21129,83	5	4225,97	1,13	0,4335
BLOQUE	9651,17	2	4825,58	1,30	0,3407
TRATAMIENTO	11478,67	3	3826,22	1,03	0,4447
Error	22350,83	6	3725,14		
Total	43480,67	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=143,24641

Error: 3725,1389 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	83,33	3	35,24 A
T1	24,67	3	35,24 A
T2	21,33	3	35,24 A
T4	0,00	3	35,24 A

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

#### ANEXO No 8 RAIGRAS (kg/ha) REMANENTE PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RAIGRAS (kg/ha)	12	0,85	0,73	21,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	226796,42	5	45359,28	6,81	0,0185
BLOQUE	26392,17	2	13196,08	1,98	0,2184
TRATAMIENTO	200404,25	3	66801,42	10,03	0,0094
Error	39958,50	6	6659,75		
Total	266754,92	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=191,53205

Error: 6659,7500 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	502,00	3	47,12 A
T2	462,00	3	47,12 A
T4	358,33	3	47,12 A B
T1	168,00	3	47,12 B

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

#### ANEXO No 9 TREBOL ROJO (kg/ha) REMANENTE PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TREBOL ROJO (kg/ha)	12	0,64	0,33	60,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24675,42	5	4935,08	2,11	0,1954
BLOQUE	1720,50	2	860,25	0,37	0,7072
TRATAMIENTO	22954,92	3	7651,64	3,27	0,1012
Error	14052,83	6	2342,14		
Total	38728,25	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=113,58444

Error: 2342,1389 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	127,00	3	27,94 A
T3	113,00	3	27,94 A
T4	65,33	3	27,94 A
T1	15,67	3	27,94 A

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

#### ANEXO No 10 MALEZAS (kg/ha) REMANENTE PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MALEZAS (kg/ha)	12	0,95	0,91	14,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	268735,08	5	53747,02	23,16	0,0007
BLOQUE	178092,17	2	89046,08	38,37	0,0004
TRATAMIENTO	90642,92	3	30214,31	13,02	0,0049

Error	13925,83	6	2320,97
Total	282660,92	11	

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=113,07002

Error: 2320,9722 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	468,33	3	27,81
T1	354,33	3	27,81
T4	274,00	3	27,81
T3	243,67	3	27,81

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

### ANEXO No 11 ESPONTANEAS (kg/ha) REMANENTE PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ESPONTANEAS (kg/ha)	12	0,67	0,39	58,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21175,42	5	4235,08	2,40	0,1579
BLOQUE	8331,17	2	4165,58	2,36	0,1750
TRATAMIENTO	12844,25	3	4281,42	2,43	0,1634
Error	10573,50	6	1762,25		
Total	31748,92	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=98,52496

Error: 1762,2500 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	126,33	3	24,24
T1	63,00	3	24,24
T4	57,00	3	24,24
T3	40,00	3	24,24

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

### ANEXO No 12 RESTOS SECOS (kg/ha) REMANENTE PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RESTOS SECOS (kg/ha)	12	0,60	0,26	48,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	809069,58	5	161813,92	1,78	0,2504
BLOQUE	362668,67	2	181334,33	2,00	0,2162
TRATAMIENTO	446400,92	3	148800,31	1,64	0,2772
Error	544519,33	6	90753,22		
Total	1353588,92	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=707,03926

Error: 90753,2222 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	839,33	3	173,93
T2	726,00	3	173,93
T4	581,67	3	173,93
T1	323,33	3	173,93

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

## ANEXO No 13 FESTUCA (kg/ha) DISPONIBLE SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FESTUCA (kg/ha)	12	0,63	0,33	86,79

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	253676,47	5	50735,29	2,07	0,2004
BLOQUE	88037,08	2	44018,54	1,80	0,2444
TRATAMIENTO	165639,38	3	55213,13	2,26	0,1823
Error	146870,69	6	24478,45		
Total	400547,16	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=367,20150

Error: 24478,4487 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	324,62	3	90,33 A
T2	223,06	3	90,33 A
T1	173,38	3	90,33 A
T4	0,00	3	90,33 A

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

## ANEXO No 14 RAIGRAS (kg/ha) DISPONIBLE SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RAIGRAS (kg/ha)	12	0,93	0,88	13,96

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1994109,66	5	398821,93	17,09	0,0017
BLOQUE	932380,08	2	466190,04	19,98	0,0022
TRATAMIENTO	1061729,58	3	353909,86	15,16	0,0033
Error	140029,31	6	23338,22		
Total	2134138,97	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=358,54721

Error: 23338,2176 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	1311,16	3	88,20 A
T2	1278,56	3	88,20 A
T4	1203,90	3	88,20 A
T1	583,50	3	88,20 B

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

## ANEXO No 15 TEBOL ROJO (kg/ha) DISPONIBLE SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TREBOL ROJO (kg/ha)	12	0,88	0,78	32,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	333556,98	5	66711,40	8,71	0,0101
BLOQUE	248158,32	2	124079,16	16,20	0,0038
TRATAMIENTO	85398,66	3	28466,22	3,72	0,0804
Error	45953,73	6	7658,95		
Total	379510,71	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=205,39850

Error: 7658,9550 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	355,60	3	50,53 A
T3	346,70	3	50,53 A
T2	230,82	3	50,53 A
T1	152,83	3	50,53 A

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

#### ANEXO No 16 MALEZAS (kg/ha) DISPONIBLE SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MALEZAS (kg/ha)	12	0,71	0,47	31,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	416119,68	5	83223,94	2,96	0,1094
BLOQUE	354025,08	2	177012,54	6,30	0,0336
TRATAMIENTO	62094,60	3	20698,20	0,74	0,5675
Error	168624,85	6	28104,14		
Total	584744,53	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=393,45735

Error: 28104,1413 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	589,66	3	96,79 A
T2	580,37	3	96,79 A
T1	569,54	3	96,79 A
T4	414,55	3	96,79 A

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

#### ANEXO No 17 ESPONTANEAS (kg/ha) DISPONIBLE SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ESPONTANEAS (kg/ha)	12	0,59	0,24	97,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25476,75	5	5095,35	1,71	0,2652
BLOQUE	16545,50	2	8272,75	2,78	0,1400
TRATAMIENTO	8931,26	3	2977,09	1,00	0,4548
Error	17866,88	6	2977,81		
Total	43343,64	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=128,07409

Error: 2977,8137 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	77,31	3	31,51 A
T2	74,09	3	31,51 A
T1	62,94	3	31,51 A
T4	9,66	3	31,51 A

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

#### ANEXO No 18 RESTOS SECOS (kg/ha) DISPONIBLE SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RESTOS SECOS (kg/ha)	12	0,66	0,38	23,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	236134,82	5	47226,96	2,37	0,1620
BLOQUE	85346,36	2	42673,18	2,14	0,1990
TRATAMIENTO	150788,46	3	50262,82	2,52	0,1547
Error	119704,93	6	19950,82		
Total	355839,74	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=331,50715

Error: 19950,8215 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	774,15	3	81,55 A
T4	610,14	3	81,55 A
T3	604,81	3	81,55 A
T1	457,36	3	81,55 A

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

#### ANEXO No 19 FESTUCA (kg/ha) REMANENTE SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FESTUCA (kg/ha)	12	0,49	0,06	224,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3516,20	5	703,24	1,13	0,4347
BLOQUE	1274,33	2	637,17	1,03	0,4141
TRATAMIENTO	2241,86	3	747,29	1,20	0,3862
Error	3729,74	6	621,62		
Total	7245,94	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=58,51624

Error: 621,6240 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	34,47	3	14,39 A
T1	6,21	3	14,39 A
T2	3,77	3	14,39 A
T4	0,00	3	14,39 A

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

## ANEXO No 20 RAIGRAS (kg/ha) REMANENTE SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RAIGRAS (kg/ha)	12	0,74	0,53	51,15

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23449,18	5	4689,84	3,44	0,0822
BLOQUE	9621,61	2	4810,81	3,53	0,0970
TRATAMIENTO	13827,56	3	4609,19	3,38	0,0952
Error	8177,71	6	1362,95		
Total	31626,88	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=86,64682

Error: 1362,9510 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	130,01	3	21,31 A
T4	62,65	3	21,31 A
T1	49,89	3	21,31 A
T2	46,17	3	21,31 A

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

## ANEXO No 21 TEBOL ROJO (kg/ha) REMANENTE SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TREBOL ROJO (kg/ha)	12	0,71	0,46	96,74

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4988,22	5	997,64	2,91	0,1133
BLOQUE	1808,88	2	904,44	2,63	0,1510
TRATAMIENTO	3179,34	3	1059,78	3,09	0,1115
Error	2060,23	6	343,37		
Total	7048,45	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=43,49050

Error: 343,3712 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	46,86	3	10,70 A
T4	14,80	3	10,70 A
T2	8,10	3	10,70 A
T1	6,86	3	10,70 A

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

## ANEXO No 22 MALEZAS (kg/ha) REMANENTE SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MALEZAS (kg/ha)	12	0,58	0,22	72,15

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	171318,99	5	34263,80	1,64	0,2820

BLOQUE	95371,47	2	47685,74	2,28	0,1838
TRATAMIENTO	75947,52	3	25315,84	1,21	0,3843
Error	125701,30	6	20950,22		
Total	297020,29	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=339,70877

Error: 20950,2161 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	327,69	3	83,57 A
T2	203,40	3	83,57 A
T3	154,62	3	83,57 A
T4	116,69	3	83,57 A

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

### ANEXO No 23 ESPONTANEAS (kg/ha) REMANENTE SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ESPONTANEAS (kg/ha)	12	0,60	0,26	53,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5162,75	5	1032,55	1,78	0,2509
BLOQUE	125,29	2	62,65	0,11	0,8993
TRATAMIENTO	5037,46	3	1679,15	2,90	0,1240
Error	3478,72	6	579,79		
Total	8641,48	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=56,51281

Error: 579,7874 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	71,56	3	13,90 A
T2	57,45	3	13,90 A
T3	33,64	3	13,90 A
T4	18,73	3	13,90 A

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

### ANEXO No 24 RESTOS SECOS (kg/ha) REMANENTE SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RESTOS SECOS (kg/ha)	12	0,71	0,47	37,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	333058,38	5	66611,68	2,97	0,1091
BLOQUE	240072,52	2	120036,26	5,34	0,0465
TRATAMIENTO	92985,86	3	30995,29	1,38	0,3364
Error	134785,90	6	22464,32		
Total	467844,28	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=351,77025

Error: 22464,3170 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	520,30	3	86,53 A

T1	423,42	3	86,53	A
T2	356,12	3	86,53	A
T4	281,08	3	86,53	A

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

#### ANEXO No 25 FESTUCA (kg/ha) DISPONIBLE TOTAL EVALUACION

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FESTUCA (kg/ha)	12	0,74	0,53	62,29

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	195181,51	5	39036,30	3,44	0,0824
BLOQUE	76273,35	2	38136,68	3,36	0,1051
TRATAMIENTO	118908,16	3	39636,05	3,49	0,0901
Error	68146,54	6	11357,76		
Total	263328,05	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=250,12596

Error: 11357,7561 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	289,80	3	61,53 A
T1	191,36	3	61,53 A B
T2	189,60	3	61,53 A B
T4	13,64	3	61,53 B

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

#### ANEXO No 26 RAIGRAS (kg/ha) DISPONIBLE TOTAL EVALUACION

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RAIGRAS (kg/ha)	12	0,87	0,76	17,90

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1748879,82	5	349775,96	7,96	0,0126
BLOQUE	429879,61	2	214939,81	4,89	0,0550
TRATAMIENTO	1319000,20	3	439666,73	10,00	0,0095
Error	263725,21	6	43954,20		
Total	2012605,03	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=492,05393

Error: 43954,2020 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	1388,20	3	121,04 A
T4	1383,70	3	121,04 A
T2	1314,43	3	121,04 A
T1	599,44	3	121,04 B

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

## ANEXO No 27 TREBOL ROJO (kg/ha) DISPONIBLE TOTAL EVALUACION

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TREBOL ROJO (kg/ha)	12	0,96	0,92	15,02

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	238810,76	5	47762,15	25,94	0,0005
BLOQUE	189581,16	2	94790,58	51,47	0,0002
TRATAMIENTO	49229,59	3	16409,86	8,91	0,0125
Error	11049,26	6	1841,54		
Total	249860,02	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=100,71717

Error: 1841,5436 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	362,23	3	24,78 A
T3	303,46	3	24,78 A
T2	292,35	3	24,78 A
T1	184,74	3	24,78 B

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

## ANEXO No 28 MALEZAS (kg/ha) DISPONIBLE TOTAL EVALUACION

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MALEZAS (kg/ha)	12	0,59	0,24	29,53

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	205741,93	5	41148,39	1,69	0,2694
BLOQUE	172497,97	2	86248,99	3,55	0,0962
TRATAMIENTO	33243,96	3	11081,32	0,46	0,7230
Error	145914,81	6	24319,13		
Total	351656,74	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=366,00461

Error: 24319,1346 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	606,73	3	90,04 A
T2	543,97	3	90,04 A
T4	489,27	3	90,04 A
T1	472,08	3	90,04 A

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

## ANEXO No 29 ESPONTANEAS (kg/ha) DISPONIBLE TOTAL EVALUACION

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ESPONTANEAS (kg/ha)	12	0,37	0,00	95,93

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6732,58	5	1346,52	0,70	0,6440
BLOQUE	1903,18	2	951,59	0,49	0,6328

TRATAMIENTO	4829,40	3	1609,80	0,84	0,5212
Error	11547,67		6	1924,61	
Total	18280,25		11		

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=102,96367

Error: 1924,6113 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	62,70	3	25,33 A
T3	62,12	3	25,33 A
T1	44,81	3	25,33 A
T4	13,29	3	25,33 A

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

### ANEXO No 30 RESTOS SECOS (kg/ha) DISPONIBLE TOTAL EVALUACION

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RESTOS SECOS (kg/ha)	12	0,66	0,37	26,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	125358,31	5	25071,66	2,30	0,1698
BLOQUE	110016,48	2	55008,24	5,05	0,0518
TRATAMIENTO	15341,82	3	5113,940,47	0,7146	
Error	65390,68	6	10898,45		
Total	190748,98	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=245,01619

Error: 10898,4459 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	452,04	3	60,27 A
T3	401,91	3	60,27 A
T4	399,41	3	60,27 A
T1	350,94	3	60,27 A

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

### ANEXO No 31 FESTUCA (kg/ha) REMANENTE TOTAL EVALUACION

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FESTUCA (kg/ha)	12	0,49	0,06	197,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10419,32	5	2083,86	1,13	0,4346
BLOQUE	4478,35	2	2239,18	1,22	0,3603
TRATAMIENTO	5940,97	3	1980,32	1,08	0,4275
Error	11048,59	6	1841,43		
Total	21467,91	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=100,71412

Error: 1841,4320 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	58,94	3	24,78 A
T1	15,42	3	24,78 A

T2	12,57	3	24,78	A
T4	0,00	3	24,78	A

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

#### ANEXO No 32 RAIGRAS (kg/ha) REMANENTE TOTAL EVALUACION

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RAIGRAS (kg/ha)	12	0,94	0,89	12,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	76180,97	5	15236,19	18,95	0,0013
BLOQUE	7892,34	2	3946,17	4,91	0,0546
TRATAMIENTO	68288,63	3	22762,88	28,32	0,0006
Error	4823,05	6	803,84		
Total	81004,02	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=66,54230

Error: 803,8418 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	316,05	3	16,37 A
T2	254,05	3	16,37 A B
T4	210,47	3	16,37 B
T1	109,05	3	16,37 C

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

#### ANEXO No 33 TEBOL ROJO (kg/ha) REMANENTE TOTAL EVALUACION

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TREBOL ROJO (kg/ha)	12	0,65	0,35	61,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10070,13	5	2014,03	2,18	0,1847
BLOQUE	1662,33	2	831,17	0,90	0,4548
TRATAMIENTO	8407,80	3	2802,60	3,04	0,1145
Error	5534,76	6	922,46		
Total	15604,89	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=71,28305

Error: 922,4599 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	79,98	3	17,54 A
T2	67,59	3	17,54 A
T4	40,00	3	17,54 A
T1	11,33	3	17,54 A

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

#### ANEXO No 34 MALEZAS (kg/ha) REMANENTE TOTAL EVALUACION

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MALEZAS (kg/ha)	12	0,81	0,64	32,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	188639,61	5	37727,92	5,00	0,0377
BLOQUE	128734,35	2	64367,17	8,52	0,0176
TRATAMIENTO	59905,26	3	19968,42	2,64	0,1434
Error	45302,79	6	7550,46		
Total	233942,40	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=203,93856

Error: 7550,4647 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	340,92	3	50,17 A
T2	335,92	3	50,17 A
T3	199,09	3	50,17 A
T4	195,27	3	50,17 A

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

### ANEXO No 35 ESPONTANEAS (kg/ha) REMANENTE TOTAL EVALUACION

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ESPONTANEAS (kg/ha)	12	0,59	0,25	51,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7956,25	5	1591,25	1,73	0,2607
BLOQUE	1692,78	2	846,39	0,92	0,4477
TRATAMIENTO	6263,47	3	2087,82	2,27	0,1802
Error	5510,01	6	918,33		
Total	13466,26	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=71,12346

Error: 918,3343 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	91,94	3	17,50 A
T1	67,27	3	17,50 A
T4	37,97	3	17,50 A
T3	36,79	3	17,50 A

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

### ANEXO No 36 RESTOS SECOS (kg/ha) REMANENTE TOTAL EVALUACIÓN

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RESTOS SECOS (kg/ha)	12	0,70	0,45	35,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	449502,91	5	89900,58	2,77	0,1233
BLOQUE	285737,27	2	142868,64	4,41	0,0665
TRATAMIENTO	163765,64	3	54588,55	1,68	0,2686
Error	194587,45	6	32431,24		
Total	644090,37	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=422,66306

Error: 32431,2424 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	679,85	3	103,97 A
T2	541,07	3	103,97 A
T4	431,29	3	103,97 A
T1	373,51	3	103,97 A

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

#### ANEXO No 37 DISPONIBLE (kg/ha) PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISPONIBLE (kg/ha)	12	0,77	0,57	19,90

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4739753,08	5	947950,62	3,96	0,0620
TRATAMIENTO	2544570,92	3	848190,31	3,54	0,0877
BLOQUE	2195182,17	2	1097591,08	4,58	0,0619
Error	1436859,83	6	239476,64		
Total	6176612,92	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1148,53459

Error: 239476,6389 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	2847,33	3	282,53 A
T4	2760,33	3	282,53 A B
T2	2545,67	3	282,53 A B
T1	1685,00	3	282,53 B

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

#### ANEXO No 38 REMANENTE (kg/ha) PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REMANENTE (kg/ha)	12	0,77	0,57	24,91

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2818104,08	5	563620,82	3,97	0,0617
TRATAMIENTO	1921919,58	3	640639,86	4,51	0,0556
BLOQUE	896184,50	2	448092,25	3,15	0,1158
Error	852194,17	6	142032,36		
Total	3670298,25	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=884,51694

Error: 142032,3611 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

T2	1951,67	3	217,59	A	
T3	1819,67	3	217,59	A	B
T4	1334,33	3	217,59	A	B
T1	945,33	3	217,59		B

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

### ANEXO No 39 DESAPARECIDO (kg/ha) PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DESAPARECIDO (kg/ha)	12	0,90	0,81	17,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1518103,50	5	303620,70	10,55	0,0062
TRATAMIENTO	1210632,33	3	403544,11	14,02	0,0041
BLOQUE	307471,17	2	153735,58	5,34	0,0465
Error	172742,17	6	28790,36		
Total	1690845,67	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=398,23191

Error: 28790,3611 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	1426,00	3	97,96 A
T3	1027,67	3	97,96 B
T1	739,67	3	97,96 B C
T2	594,00	3	97,96 C

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

### ANEXO No 40 % UTILILIZACION PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% UTILILIZACION	12	0,89	0,80	14,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1444,92	5	288,98	9,78	0,0075
TRATAMIENTO	1444,92	3	481,64	16,30	0,0027
BLOQUE	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Error	177,33	6	29,56		
Total	1622,25	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=12,75945

Error: 29,5556 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	51,67	3	3,14 A
T1	44,33	3	3,14 A B
T3	37,00	3	3,14 B
T2	22,00	3	3,14 C

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

### ANEXO No 41 CRECIMIENTO (MS/ha) PRIMER PASTOREO

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

CRECIMIENTO (MS/ha) 12 0,77 0,57 21,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4739753,08	5	947950,62	3,96	0,0620
TRATAMIENTO	2544570,92	3	848190,31	3,54	0,0877
BLOQUE	2195182,17	2	1097591,08	4,58	0,0619
Error	1436859,83	6	239476,64		
Total	6176612,92	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1148,53459

Error: 239476,6389 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	2647,33	3	282,53 A
T4	2560,33	3	282,53 A B
T2	2345,67	3	282,53 A B
T1	1485,00	3	282,53 B

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

#### ANEXO No 42 TASA DE CRECIMIENTO PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TASA DE CRECIMIENTO	12	0,77	0,58	20,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	185,72	5	37,14	4,01	0,0603
TRATAMIENTO	109,55	3	36,52	3,95	0,0719
BLOQUE	76,17	2	38,09	4,11	0,0750
Error	55,54	6	9,26		
Total	241,26	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=7,14036

Error: 9,2558 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	17,63	3	1,76 A
T4	17,27	3	1,76 A
T2	15,37	3	1,76 A B
T1	10,07	3	1,76 B

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

#### ANEXO No 43 CRECIMIENTO AJUSTADO PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CRECIMIENTO AJUSTADO	12	0,77	0,58	21,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5938526,08	5	1187705,22	3,99	0,0611
TRATAMIENTO	3178008,92	3	1059336,31	3,56	0,0871
BLOQUE	2760517,17	2	1380258,58	4,63	0,0607
Error	1787522,83	6	297920,47		
Total	7726048,92	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1281,03996

Error: 297920,4722 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3	2960,67	3	315,13	A
T4	2864,00	3	315,13	A B
T2	2621,33	3	315,13	A B
T1	1661,67	3	315,13	B

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

#### ANEXO No 44 DISPONIBLE (kg/ha) SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISPONIBLE (kg/ha)	12	0,92	0,85	12,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7775912,00	5	1555182,40	13,81	0,0031
BLOQUE	4745274,00	2	2372637,00	21,07	0,0019
TRATAMIENTO	3030638,00	3	1010212,67	8,97	0,0123
Error	675630,00	6	112605,00		
Total	8451542,00	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=787,57394

Error: 112605,0000 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3	3251,67	3	193,74	A
T2	3157,00	3	193,74	A
T4	2590,67	3	193,74	A B
T1	1996,67	3	193,74	B

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

#### ANEXO No 45 REMANENTE (kg/ha) SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REMANENTE (kg/ha)	12	0,53	0,14	40,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	623949,00	5	124789,80	1,36	0,3546
BLOQUE	270938,00	2	135469,00	1,48	0,3004
TRATAMIENTO	353011,00	3	117670,33	1,29	0,3618
Error	549342,00	6	91557,00		
Total	1173291,00	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=710,16339

Error: 91557,0000 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3	918,33	3	174,70	A
T1	884,00	3	174,70	A
T2	674,33	3	174,70	A
T4	493,33	3	174,70	A

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

#### ANEXO No 46 DESAPARECIDO (kg/ha) SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DESAPARECIDO (kg/ha)	12	0,91	0,83	17,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7488318,33	5	1497663,67	12,02	0,0044
BLOQUE	4066088,00	2	2033044,00	16,32	0,0037
TRATAMIENTO	3422230,33	3	1140743,44	9,15	0,0117
Error	747646,67	6	124607,78		
Total	8235965,00	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=828,48582

Error: 124607,7778 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	2482,67	3	203,80 A
T3	2333,33	3	203,80 A
T4	2097,33	3	203,80 A
T1	1112,67	3	203,80 B

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

#### ANEXO No 47 % UTILIZACION SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% UTILIZACION	12	0,69	0,43	20,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2805,83	5	561,17	2,69	0,1300
BLOQUE	981,50	2	490,75	2,35	0,1760
TRATAMIENTO	1824,33	3	608,11	2,92	0,1226
Error	1251,17	6	208,53		
Total	4057,00	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=33,89179

Error: 208,5278 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	80,33	3	8,34 A
T2	78,67	3	8,34 A
T3	69,67	3	8,34 A
T1	49,33	3	8,34 A

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

#### ANEXO No 48 CRECIMIENTO (MS/ha) SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CRECIMIENTO (MS/ha)	12	0,89	0,80	30,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6859234,75	5	1371846,95	9,96	0,0072
BLOQUE	6637620,50	2	3318810,25	24,10	0,0014
TRATAMIENTO	221614,25	3	73871,42	0,54	0,6743
Error	826223,50	6	137703,92		
Total	7685458,25	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=870,93481

Error: 137703,9167 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	1432,00	3	214,25 A
T4	1256,33	3	214,25 A
T2	1205,33	3	214,25 A
T1	1051,33	3	214,25 A

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

#### ANEXO No 49 TASA DE CRECIMIENTO SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TASA DE CRECIMIENTO	12	0,86	0,74	31,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4524,42	5	904,88	7,24	0,0159
BLOQUE	4353,26	2	2176,63	17,42	0,0032
TRATAMIENTO	171,16	3	57,05	0,46	0,7224
Error	749,59	6	124,93		
Total	5274,00	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=26,23296

Error: 124,9308 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	40,63	3	6,45 A
T4	37,73	3	6,45 A
T2	34,43	3	6,45 A
T1	30,50	3	6,45 A

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

#### ANEXO No 50 CRECIMIENTO AJUSTADO SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CRECIMIENTO AJUSTADO	12	0,86	0,75	31,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11873776,83	5	2374755,37	7,68	0,0138
BLOQUE	11439827,17	2	5719913,58	18,49	0,0027
TRATAMIENTO	433949,67	3	144649,89	0,47	0,7156
Error	1855896,83	6	309316,14		
Total	13729673,67	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1305,31038

Error: 309316,1389 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

T3	1998,67	3	321,10	A
T4	1833,33	3	321,10	A
T2	1685,00	3	321,10	A
T1	1482,33	3	321,10	A

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

### ANEXO No 51 DISPONIBLE (kg/ha) TOTAL EVALUACIÓN

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISPONIBLE (kg/ha)	12	0,85	0,72	13,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4082479,69	5	816495,94	6,79	0,0186
BLOQUE	1540941,79	2	770470,90	6,40	0,0325
TRATAMIENTO	2541537,90	3	847179,30	7,04	0,0216
Error	721786,04	6	120297,67		
Total	4804265,73	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=814,03132

Error: 120297,6736 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	3049,50	3	200,25 A
T2	2851,33	3	200,25 A
T4	2675,50	3	200,25 A
T1	1840,83	3	200,25 B

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

### ANEXO No 52 REMANENTE (kg/ha) TOTAL EVALUACIÓN

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REMANENTE (kg/ha)	12	0,78	0,60	19,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1034988,85	5	206997,77	4,24	0,0537
BLOQUE	483937,13	2	241968,56	4,96	0,0536
TRATAMIENTO	551051,73	3	183683,91	3,76	0,0785
Error	292823,71	6	48803,95		
Total	1327812,56	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=518,48954

Error: 48803,9514 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	1369,00	3	127,55 A
T2	1313,00	3	127,55 A
T1	914,67	3	127,55 A
T4	913,83	3	127,55 A

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

## ANEXO No 53 DESAPARECIDO (kg/ha) TOTAL EVALUACIÓN

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DESAPARECIDO (kg/ha)	12	0,90	0,81	14,08

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9204593,83	5	1840918,77	10,65	0,0060
BLOQUE	4049081,17	2	2024540,58	11,72	0,0085
TRATAMIENTO	5155512,67	3	1718504,22	9,95	0,0096
Error	1036772,83	6	172795,47		
Total	10241366,67	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=975,61548

Error: 172795,4722 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	3523,33	3	240,00 A
T3	3361,00	3	240,00 A
T2	3076,67	3	240,00 A
T1	1852,33	3	240,00 B

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

## ANEXO No 54 % UTILILIZACION TOTAL EVALUACIÓN

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% UTILILIZACION	12	0,69	0,43	15,07

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	888,73	5	177,75	2,68	0,1313
BLOQUE	248,21	2	124,10	1,87	0,2340
TRATAMIENTO	640,52	3	213,51	3,21	0,1040
Error	398,50	6	66,42		
Total	1287,23	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=19,12718

Error: 66,4167 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	66,10	3	4,71 A
T3	53,20	3	4,71 A B
T2	50,37	3	4,71 A B
T1	46,70	3	4,71 B

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

## ANEXO No 55 CRECIMIENTO (MS/ha) TOTAL EVALUACIÓN

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CRECIMIENTO (MS/ha)	12	0,91	0,84	11,21

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2345214,83	5	469042,97	12,21	0,0042
BLOQUE	1319445,17	2	659722,58	17,18	0,0033
TRATAMIENTO	1025769,67	3	341923,22	8,90	0,0125
Error	230394,83	6	38399,14		
Total	2575609,67	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=459,91042

Error: 38399,1389 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	2040,00	3	113,14 A
T4	1908,67	3	113,14 A
T2	1775,67	3	113,14 A
T1	1268,33	3	113,14 B

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

## ANEXO No 56 TASA DE CRECIMIENTO TOTAL EVALUACIÓN

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TASA DE CRECIMIENTO	12	0,90	0,82	18,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1252,63	5	250,53	11,10	0,0054
BLOQUE	1117,70	2	558,85	24,76	0,0013
TRATAMIENTO	134,93	3	44,98	1,99	0,2166
Error	135,40	6	22,57		
Total	1388,03	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=11,14920

Error: 22,5664 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	29,13	3	2,74 A
T4	27,50	3	2,74 A
T2	24,87	3	2,74 A
T1	20,27	3	2,74 A

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

## ANEXO No 57 CRECIMIENTO AJUSTADO TOTAL EVALUACIÓN

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CRECIMIENTO AJUSTADO	12	0,92	0,84	11,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14742706,42	5	2948541,28	12,97	0,0036
BLOQUE	8963587,50	2	4481793,75	19,72	0,0023
TRATAMIENTO	5779118,92	3	1926372,97	8,47	0,0141
Error	1363941,83	6	227323,64		
Total	16106648,25	11			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1119,01215

Error: 227323,6389 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	4959,00	3	275,27 A
T4	4697,33	3	275,27 A
T2	4306,67	3	275,27 A
T1	3144,00	3	275,27 B

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

### ANEXO No 58 GANANCIAS MEDIAS DIARIAS (kg/animal/día) PRIMER PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1 PASTOREO	20	0,30	0,11	13,67

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,33	4	0,08	1,61	0,2228	
TRATAMIENTO	0,13	3	0,04	0,83	0,4964	
17-Set	0,20	1	0,20	3,86	0,0681	3,7E-03
Error	0,76	15	0,05			
Total	1,09	19				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,35663

Error: 0,0507 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	1,75	5	0,10 A
T1	1,69	5	0,10 A
T3	1,60	5	0,10 A
T4	1,55	5	0,10 A

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

### ANEXO No 59 GANANCIAS MEDIAS DIARIAS (kg/animal/día) SEGUNDO PASTOREO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2 PASTOREO	20	0,07	0,00	37,34

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,18	4	0,04	0,29	0,8808	
TRATAMIENTO	0,08	3	0,03	0,17	0,9174	
17-Set	0,09	1	0,09	0,56	0,4669	-2,4E-03
Error	2,30	15	0,15			
Total	2,48	19				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,61973

Error: 0,1532 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	1,10	5	0,18 A
T2	1,09	5	0,18 A
T1	1,05	5	0,18 A
T4	0,95	5	0,18 A

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

### ANEXO No 60 GANANCIAS MEDIAS DIARIAS PROMEDIO (kg/animal/día) TOTAL EVALUACIÓN

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TOTAL	20	0,23	0,02	10,91

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,10	4	0,02	1,12	0,3853	

TRATAMIENTO	0,09	3	0,03	1,36	0,2932	
17-Set	0,01	1	0,01	0,45	0,5123	8,3E-04
Error	0,33	15	0,02			
Total	0,43	19				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,23570

Error: 0,0222 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	1,45	5	0,07 A
T1	1,39	5	0,07 A
T3	1,36	5	0,07 A
T4	1,26	5	0,07 A

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

ANEXO No 61

