

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y COMPOSICIÓN  
BOTÁNICA DE DOS PASTURAS SEMBRADAS CON DISTINTOS MÉTODOS**

**por**

**Mauricio AGUSTINS CARABALLO  
Guillermo SNIADOWER SILVA**

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

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

**2021**

Tesis aprobada por:

Director: -----  
Ing. Agr. (Msc.) Ramiro Zanoniani

-----  
Ing. Agr. (Dr.) Pábulo Boggiano

-----  
Ing. Agr. Ma. Elena Mailhos

Fecha: 28 de mayo de 2021

Autores: -----  
Mauricio Agustins Caraballo

-----  
Guillermo Sniadower Silva

## **AGRADECIMIENTOS**

En especial mención a nuestras familias por brindarnos el apoyo para realizar esta carrera, sin ellas no hubiera sido posible.

A nuestros compañeros, por el apoyo y la amistad que hizo que este camino fuera más satisfactorio aún.

A nuestros tutores Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani y Ing. Agr. Elena Mahilos por darnos la oportunidad de culminar mediante este trabajo, la carrera de Ing. Agrónomo y por el apoyo durante el mismo.

A la Lic. Sully Toledo por la corrección del presente trabajo.

Y a todos los que colaboraron de distintas formas para que este trabajo se pudiera realizar.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES .....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	1
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES DE LAS MEZCLAS .....	3
2.1.1. <u>Festuca arundinacea</u> .....	3
2.1.2. <u>Lolium multiflorum</u> .....	5
2.1.3. <u>Lotus corniculatus</u> .....	6
2.1.4. <u>Trifolium pratense</u> .....	8
2.2. MEZCLAS FORRAJERAS .....	10
2.2.1. <u>Importancia de las mezclas forrajeras</u> .....	11
2.2.2. <u>Componentes de las mezclas</u> .....	12
2.2.3. <u>Dinámica de las mezclas</u> .....	13
2.3. EFECTO DEL PASTOREO.....	14
2.3.1. <u>Aspectos generales</u> .....	14
2.3.2. <u>Parámetros que definen el pastoreo</u> .....	15
2.3.2.1. Intensidad.....	15
2.3.2.2. Frecuencia.....	16
2.3.3. <u>Efecto sobre las especies que componen la mezcla</u> .....	17
2.3.4. <u>Efectos sobre la fisiología de las plantas</u> .....	18
2.3.4.1. Efecto sobre el rebrote .....	19
2.3.4.2. Efecto sobre la utilización de forraje .....	21
2.3.4.3. Efecto sobre la morfología y estructura de las plantas .....	22
2.3.4.4. Efecto sobre la composición botánica.....	23
2.3.4.5. Efecto sobre la persistencia.....	25
2.3.4.6. Efecto sobre la calidad .....	26
2.3.5. <u>Efecto del pastoreo sobre la performance animal</u> .....	26
2.4. IMPLANTACIÓN DE PASTURAS .....	28
2.4.1. <u>Factores condicionantes de la implantación</u> .....	28

2.4.2. <u>Métodos de siembra</u> .....	30
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	32
3.1. <u>CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES</u> .....	32
3.1.1. <u>Lugar y período experimental</u> .....	32
3.1.2. <u>Información meteorológica</u> .....	32
3.1.3. <u>Descripción del sitio experimental</u> .....	32
3.1.4. <u>Antecedentes del área experimental</u> .....	32
3.1.5. <u>Tratamientos</u> .....	33
3.1.6. <u>Diseño experimental</u> .....	34
3.2. <u>METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</u> .....	34
3.2.1. <u>Variables determinadas</u> .....	35
3.2.1.1. <u>Forraje disponible y remanente</u> .....	35
3.2.1.2. <u>Altura del disponible y del remanente</u> .....	35
3.2.1.3. <u>Producción de forraje</u> .....	36
3.2.1.4. <u>Materia seca desaparecida</u> .....	36
3.2.1.5. <u>Porcentaje de utilización</u> .....	36
3.2.1.6. <u>Composición botánica</u> .....	36
3.3. <u>HIPÓTESIS</u> .....	36
3.3.1. <u>Hipótesis biológica</u> .....	36
3.3.2. <u>Hipótesis estadística</u> .....	37
3.4. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u> .....	37
3.4.1 <u>Modelo estadístico</u> .....	37
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	39
4.1. <u>DATOS METEOROLÓGICOS</u> .....	39
4.2. <u>PRODUCCIÓN DE FORRAJE</u> .....	40
4.2.1. <u>Forraje disponible</u> .....	41
4.2.2. <u>Forraje remanente</u> .....	44
4.2.3. <u>Composición botánica</u> .....	45
4.2.4. <u>Forraje desaparecido</u> .....	49
4.2.5. <u>Producción de materia seca</u> .....	52
4.2.6. <u>Suelo descubierto</u> .....	55
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	58
6. <u>RESUMEN</u> .....	59
7. <u>SUMMARY</u> .....	60
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	61
9. <u>ANEXOS</u> .....	70

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción de materia seca por hectárea de <i>Festuca arundinacea</i> cultivar Aurora según año de vida con siembra del 2013 .....	5
2. Producción de materia seca por hectárea de <i>Lotus corniculatus</i> Cultivar San Gabriel para tres años de vida .....	8
3. Producción de materia seca por hectárea de <i>Trifolium pratense</i> cultivar Estanzuela 116 .....	10
4. Forraje disponible promedio para cada mezcla expresado en kg/ha de MS .....	41
5. Forraje disponible promedio para cada método de siembra expresado en kg/ha de MS .....	42
6. Altura de forraje (cm) disponible promedio para cada mezcla .....	43
7. Forraje remanente promedio para cada mezcla expresado en kg/ha de MS .....	44
8. Composición botánica promedio en todo el período experimental del forraje disponible para cada mezcla.....	47
9. Composición botánica promedio en todo el período experimental del forraje disponible para cada método de siembra.....	48
10. Composición botánica promedio en todo el período experimental del forraje remanente para cada mezcla.....	49

11. Composición botánica promedio en todo el período experimental del forraje remanente para cada método de siembra .....	49
12. Forraje desaparecido total en kg/ha de MS de cada mezcla .....	50
13. Tasa de crecimiento promedio para cada mezcla expresado en kg/MS/ha/día .....	52
14. Producción de forraje total para cada mezcla expresado en kg/MS/ha .....	55
15. Porcentaje del suelo descubierto promedio en cada mezcla en todo el período experimental para forraje disponible y remanente.....	56
16. Porcentaje del suelo descubierto promedio en cada método de siembra en todo el período experimental para forraje disponible y remanente.....	56

Figura No.

1. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental.....	34
2. Registro de precipitaciones acumuladas mensuales durante el año experimental, comparado con el promedio histórico .....	39
3. Registro de temperaturas medias durante el año del experimento comparado con la media histórica .....	40
4. Evolución de la composición botánica del forraje disponible para ambas mezclas expresado en porcentajes .....	46
5. Evolución de la composición botánica del forraje disponible para cada método de siembra expresado en porcentajes.....	46
6. Porcentaje de utilización total del forraje para cada mezcla.....	51

7. Tasa de crecimiento promedio de las mezclas forrajeras en cada periodo estacional .....	53
8. Tasa de crecimiento promedio de los métodos de siembra en cada periodo estacional .....	54

## 1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay los sistemas de producción de forraje presentan distintas alternativas, las más intensivas incluyen pasturas implantadas. Estas pueden basarse en mezclas forrajeras, verdes o cultivos puros. Actualmente es de uso común mezclas de forraje conformadas por tres o cuatro especies complementarias, procurando una buena distribución estacional. El principal objetivo es alcanzar los máximos rendimientos de materia seca por hectárea con la mayor calidad posible, explotando la complementariedad de cada especie (Carámbula, 2007).

Las pasturas son la base de alimento más económica posible para los animales, por lo que resulta indispensable entender el manejo que optimice la producción de forraje. Para lograr los máximos rendimientos de materia seca y utilidades por parte de los animales, se debe entender y utilizar a favor las complejas interacciones que ocurren en los componentes de una pastura y su ecosistema.

Resulta importante entonces, destacar los problemas existentes en una pastura: de implantación, la falta de equilibrio entre gramíneas y leguminosas, el enmalezamiento, la evolución hacia una estacionalidad marcada, la falta de persistencia y estabilidad.

La importancia de este trabajo radica en estudiar los efectos del método de siembra en la producción y composición botánica de las pasturas implantadas, y como puede variar este efecto en concordancia con el largo de ciclo de vida de la mezcla utilizada.

### 1.1. OBJETIVO GENERAL

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar la producción de forraje y composición botánica de dos mezclas forrajeras con diferente largo de vida sembradas bajo distintos métodos de siembras, hasta la primavera de su primer año de vida.

Las mezclas evaluadas serán *Festuca arundinacea* con *Lotus corniculatus*, con tres tratamientos: ambas especies sembradas en la misma línea; festuca sembrada en la línea y lotus al voleo; y ambas especies sembradas en línea, pero cruzadas. La otra mezcla evaluada fue *Lolium multiflorum* con *Trifolium pratense*, con tres tratamientos: ambas especies sembradas en la misma línea; raigrás sembrado en la línea y trébol rojo al voleo; y ambas especies sembradas en línea, pero cruzadas. Estos tratamientos se evaluaron durante el período otoño-invierno y primavera donde serán pastoreadas por terneros.

## 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar y comparar la producción de forraje y composición botánica entre dos pasturas de distinto largo de vida, durante el período de otoño-invierno y primavera del primer año.

- Evaluar y comparar la producción de forraje y composición botánica entre tres métodos de siembra, durante el período de otoño-invierno y primavera en el primer año de vida para dos mezclas forrajeras.

- Evaluar y comparar la interacción entre dos mezclas de distinto largo de vida con tres métodos de siembra distintos.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

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

#### 2.1.1. Festuca arundinacea

Gramínea de hábito de vida perenne que presenta un ciclo de producción invernal. Especie cespitosa a rizomatosa que tolera suelos ácidos y alcalinos, capaz que adaptarse a un amplio rango de suelos (Carámbula, 2007). No se adapta bien a suelos arenosos (Ayala et al., 2010).

Presenta un lento establecimiento, la cual mejora con siembras en líneas (García, 2003), debido a una baja movilización de las reservas de la semilla y por ende un lento crecimiento de la raíz, lo que la hace muy vulnerable a la competencia en plántula (Carámbula, 2007). La producción en el primero año es baja, pero puede perdurar muchos años si es manejada adecuadamente (Langer, 1981b).

No se resiembra naturalmente por lo cual se debe cuidar la pastura desde el primer año para minimizar las pérdidas de plantas, con énfasis en verano, ya que esta especie no posee reposo estival ni la posibilidad de acumulación de grandes volúmenes de reservas. Debido a esto, existe la necesidad de promover el desarrollo de un sistema radicular extenso desde fines del invierno (Carámbula, 2007).

Es una especie con buena precocidad otoñal y un rebrote rápido a fines de invierno con una floración temprana en setiembre - octubre (García, 2003).

Necesita de un suministro de nitrógeno importante, ya sea a través de la fertilización nitrogenada o mediante la siembra asociada con leguminosas. La compatibilidad de esta mezcla es buena debido a que posee hojas relativamente erectas que le permiten coexistir con las leguminosas. Cuando el aporte de nitrógeno no es suficiente, ocurre un cambio en su comportamiento, tornándose amarillenta, con un lento rebrote y se vuelve poco apetecida por los animales (Langer, 1981b). Es por esta razón que precisa de fertilizantes nitrogenados o la siembra asociada con leguminosas para el suministro de nitrógeno. Siguiendo este punto, las hojas relativamente erectas de la festuca, le permiten coexistir con las leguminosas, en especial con el trébol blanco (Carámbula, 2007).

La falta de apetecibilidad en etapas avanzadas del crecimiento es un inconveniente importante que presenta la festuca, razón por la cual su utilización puede ser limitada (Carámbula, 2007). Más allá de una altura de 10 cm, la festuca

pierde valor alimenticio y su utilización puede ser destinada a heno o ensilaje, en vez de pastoreada (Langer, 1981b).

En cuanto al manejo, la festuca admite defoliaciones intensas y relativamente frecuentes, debido en primer lugar a que las sustancias de reserva se encuentran en las raíces y rizomas cortos que forman la corona de las plantas, como en segundo lugar, a que las plantas presentan áreas foliares remanentes altas luego del pastoreo (MacKee, citado por Carámbula, 2007).

Se deben evitar los pastoreos intensos en verano, ya que éstos podrían reducir su posterior producción y persistencia (García, 2003), y en primavera se debe prevenir la encañazón mediante pastoreos más intensos y frecuentes (Ayala et al., 2010). Un manejo rotativo con entradas de pastoreo no mayores a 10-15cm junto a un buen aporte de nitrógeno, biológico o químico, favorecerán rendimientos altos por muchos años (Carámbula, 2007). Esta gramínea tiene cabida en los establecimientos lecheros y de pastoreo para vacunos, siempre y cuando se utilice un manejo rotativo (Langer, 1981b).

En festuca, la presencia del endófito *Neotyphodium coenophialum* produce en planta una serie de alcaloides, algunos de los cuales, como peramina y lolina que aportan ventajas adaptativas, y otros que son nocivos (ergovalina y lolitren B) para los animales, causantes de los problemas de toxicidad como festucosis. Entre las ventajas cabe destacar una mayor tolerancia al déficit hídrico, mayor tolerancia a plagas y un aumento en la persistencia, el macollaje y el rendimiento potencial. El hongo establece una relación de mutualismo. Recibe protección y nutrientes de la planta como también una vía para diseminarse. La planta consigue una serie de ventajas especialmente en ambientes de estrés (Ayala et al., 2010).

Los cultivares de festuca pueden agruparse en dos tipos, mediterráneos o continentales. Los primeros reposan en verano (latencia estival) y tienen muy buen potencial de crecimiento invernal, poseen hojas finas y hábito erecto. Los continentales tienen la habilidad de crecer en cualquier estación del año, son en general de hojas anchas y hábito de crecimiento intermedio, con rendimientos de forraje un 20 % superiores con respecto a los mediterráneos (Ayala et al., 2010).

El cultivar de festuca Aurora es de tipo continental. Es una festuca de floración muy temprana desarrollada en INIA La Estanzuela, posee un excelente vigor inicial y establecimiento, con una notable producción invernal en el primer año (Gutiérrez y Calistro, 2013).

INIA Aurora es ideal para praderas perennes donde lo prioritario es el rendimiento anual y la persistencia. Su buena sanidad le permite mantener una alta palatabilidad del forraje. Por su mayor capacidad de crecimiento estival es

indicada para las situaciones donde la invasión de gramilla es un problema. Soporta muy bien las altas temperaturas de la zona Norte de Uruguay (Ayala et al., 2010).

Este cultivar se indica especialmente en producciones donde el valor nutritivo de la pradera es prioritario, como la lechería o invernada intensiva (Gutiérrez y Calistro, 2013).

INIA e INASE (2015) muestran la producción de materia seca por hectárea para el primer, segundo y tercer año de vida de festuca cultivar Aurora sembrado en 2013, presentándose a continuación en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 1. Producción de materia seca por hectárea de *Festuca arundinacea* cultivar Aurora según año de vida con siembra del 2013

	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Kg/ha/año</b>	11165	16378	6124

#### 2.1.2. *Lolium multiflorum*

Es una gramínea anual invernal, en general muy macolladora de hábito semi postrado. Sus cultivares se pueden clasificar según su requerimiento de frío para florecer y su ploidía (Carámbula, 2002).

Es la gramínea más productiva en los suelos más fértiles, pero también es una especie que se adapta bien a diferentes condiciones ambientales, tanto climáticas como edáficas. Puede crecer en suelos de relativa fertilidad, expuestos a sequías y excesos de agua impredecibles, así como pastoreos no controlados. Presenta alta respuesta al agregado de nitrógeno. Para su máxima producción necesita buenas condiciones climáticas. Es de las especies forrajeras con más alto valor nutritivo y de mayor digestibilidad, presenta buena capacidad de semillazón y fácil resiembra a medida que se incrementa la fertilidad del suelo. Es una especie con buen comportamiento sanitario a roya de hoja, poco afectado por pulgón y con gran resistencia al pisoteo (Carámbula, 2007).

Para el pastoreo directo los raigrases anuales son plantas rústicas y muy macolladoras soportando el pastoreo y el diente, ofreciendo un buen piso dada su amplia cabellera de raíces superficiales y un rápido rebrote debido a su activo proceso de macollaje. Los raigrases no solo se siembran en forma de cultivos puros, sino que para complementar estrategias para aumentar el volumen de forraje y también la calidad de las pasturas en determinados períodos del año, se instalan formando asociaciones con otras especies forrajeras. En cambio, a pesar de las grandes ventajas que ofrece el raigrás anual y los roles que puede cumplir

en las pasturas, esta especie carece de longevidad, y para su permanencia en la pastura se debe lograr una resiembra anual. Los cultivares correspondientes a la especie *Lolium multiflorum* pueden ser definidos y clasificados por los requerimientos de frío para florecer (con y sin requerimientos) y por el nivel de ploidía 2n y 4n, diploides y tetraploides respectivamente (Carámbula, 2007).

Las especies tetraploides son más grandes y con mayor relación de contenido celular, aumentando los carbohidratos solubles, proteínas y lípidos. Otra diferencia de los tetraploides frente a los diploides es que presentan menos macollos, pero de mayor tamaño, hojas más anchas, color verde más oscuro y menor contenido de materia seca. Siendo así más palatables que los diploides. Cuando se siembran en mezclas, los tetraploides son más compatibles con leguminosas por poseer menor competencia, pero presentan mayor requerimiento de fertilidad y humedad del suelo. Los diploides en cambio son menos exigentes en estos requerimientos mencionados y por su mayor macollaje se adaptan mejor al pastoreo y manejos menos controlados (Ayala et al., 2010).

*Lolium multiflorum* es una especie anual. Carácter que se da en los de tipo westerwoldicum, es que no requiere vernalización y florece con los días largos (cultivares no alternativos, como LE 284, e INIA Cetus), los de tipo multiflorum poseen requerimientos de frío para florecer y en siembras tardías a fines de invierno y primavera no florecen continuando en estado vegetativo hasta el año siguiente, teniendo un comportamiento bianual, siempre que la fertilidad del suelo y las condiciones de humedad del verano lo favorezcan, existen cultivares alternativos como INIA Titán (Carámbula, 2007).

Los westerwoldicum son más productivos durante otoño y parte de invierno, mientras que los tipos multiflorum o italiano producen más desde mediados de inviernos en adelante y tienen mayor producción total, durante la primavera estos tienen mejor calidad por mayor relación hoja/tallo que los westerwoldicum. En cuanto a la fecha de siembra en los tipos westerwoldicum, el atraso de la misma acorta el ciclo productivo, mientras que en los raigrases italianos las siembras tardías reducen o inhiben la floración (Ayala et al., 2010).

El cultivar Montoro pertenece al tipo multiflorum (italiano) requiriendo horas de frío para florecer, con un nivel de ploidía 4n (tetraploide) y presenta una muy buena sanidad.

### 2.1.3. *Lotus corniculatus*

Es una leguminosa perenne estival con crecimiento a partir de corona, donde se desarrollan tallos normalmente erectos. Su sistema radicular es vigoroso y de profundidad intermedia, conformado con una raíz pivotante y

ramificaciones laterales que les confieren gran resistencia a las deficiencias hídricas. Es una especie que se adapta a una amplia gama de suelos en los cuales pueda ser capaz de desarrollar su extenso sistema radicular, lo que la hace poco adaptado a suelos superficiales (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Es una leguminosa plástica donde presenta buen desarrollo en suelos arenosos como en arcillosos. También puede crecer en suelos extremadamente húmedos y pesados para la alfalfa o demasiado secos para el trébol blanco. Responde muy bien a la fertilización fosfatada, aunque puede subsistir con bajos porcentajes de este nutriente (Smetham, 1981). En Uruguay su recomendación está dada para suelos profundos arenosos o pesados, así como para suelos ácidos, desgastados y pobres en fósforo (García, citado por Zanoniani y Ducamp, 2004).

Esta especie presenta una incidencia importante de enfermedades de hongos en raíz y corona (Smetham, 1981). La característica fundamental del lotus es el alargamiento en altura de los entrenudos formando lo que se conoce como tallo erecto, esto provoca que en la defoliación se retire tanto foliolos como también meristemas apicales y axilares que se encuentran por encima de la altura de corte. A su vez, este alargamiento determina que las hojas nuevas se encuentren en la parte superior del canopeo y que sean susceptibles a ser removidas por el diente animal, provocando que el área foliar remanente luego del pastoreo sea nula o de baja capacidad fotosintética, siendo por lo tanto el rebrote en gran parte dependiente de las reservas acumuladas previamente (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Posee una alta producción de forraje 6500 kg MS/ha por año, su mayor producción de forraje es en primavera con una distribución primavero-estivo-otoñal, dependiendo de la producción invernal y de las condiciones climáticas de dicha estación (Zanoniani y Ducamp, 2004). Tiene las mayores tasas medias de producción de forraje estacional en primavera, disminuyendo las mismas en verano. En otoño e invierno las tasas medias de producción son sustancialmente inferiores a las de primavera-verano, siendo invierno la estación de menor producción dentro de cada año del cultivo (Formoso, 1993). Por su buena adaptación a altas temperaturas de verano, le permite una aceptable producción en esta estación. No presenta reposo invernal, pero su producción es altamente dependiente de las condiciones ambientales de la estación. En cuanto a la calidad de forraje del lotus, no desciende notoriamente al avanzar el ciclo y puede ser utilizado para ser diferido (Carámbula, 2010a).

Según Formoso (1996) el manejo de lotus cuando se hacen pastoreos muy frecuentes (alturas previas de 10-12 cm) y muy intensos (3cm) determina una baja producción y longevidad de las plantas, siendo determinante el manejo realizado en el verano para la disminución en la persistencia de la planta. Pero si

se disminuye la intensidad de corte a 6 cm permite un mejor comportamiento productivo de la especie. Las mayores producciones y longevidades se obtienen cuando se manejan cortes menos frecuentes y alturas previas de 20 cm e intensidades entre 3 y 6 cm. Si bien es una especie que posee buena resistencia y adaptación los pastoreos demasiados frecuentes e intensos durante todo el año, en general se sobrepasa el límite de plasticidad, teniendo pérdidas de plantas y menor persistencia en la pastura (Zanoniani y Ducamp, 2004). Esta especie tiene ausencia de riesgo de meteorismo (Formoso, 1993).

El cultivar San Gabriel es de tipo europeo con buena adaptación al pastoreo, amplia adaptación a diferentes ambientes y se utiliza en siembra directa como en mejoramientos de campo natural. Puede incluirse en mezclas forrajeras combinándose con gramíneas como única leguminosa de la mezcla o en combinación con otras leguminosas (Ayala et al., 2010). En Uruguay este cultivar presenta producción de forraje durante todo el año. El período invernal es el de menor potencial de producción de forraje explicado parcialmente por la ocurrencia de temperaturas infra-óptimas para la fotosíntesis y no por la acción de mecanismos de latencia tal como lo prueban las tasas medias máximas invernales (Formoso, 1993). Su floración es temprana desde noviembre, y tiene un período de floración muy prolongado (Ayala et al., 2010). A partir del segundo año es donde el lotus presenta mayor producción, a medida que aumenta la edad del cultivo, las producciones en cada estación y totales por edad disminuyen progresivamente (Formoso, 1993). Sus niveles de digestibilidad son más altos en primavera temprana donde alcanzan valores de 75%, decreciendo luego hacia el verano. Este cultivar no presenta problemas de enfermedades o plagas específicas, pero es susceptible a podredumbres de raíz y corona, que reducen su persistencia (Ayala et al., 2010).

En la evaluación de INIA e INASE (2019) se expone la producción de materia seca por hectárea para tres años de vida de *Lotus corniculatus* cultivar San Gabriel.

Cuadro No. 2. Producción de materia seca por hectárea de *Lotus corniculatus* cultivar San Gabriel para tres años de vida

	<b>1er. año</b>	<b>2do. año</b>	<b>3er. año</b>
<b>Kg/ha/año</b>	5345	14769	15125

#### 2.1.4. *Trifolium pratense*

*Trifolium pratense* o trébol rojo, es una leguminosa de hábito de vida bianual y ciclo invernal, pudiéndose comportar de forma trianual o como perenne dependiendo del ambiente en el que se encuentre (Carámbula, 2007).

Ya en Europa desde hace varios siglos (1600 D. C.) esta especie era utilizada como mejoradora de suelos. Posiblemente esta leguminosa fue la primera en usarse para ese fin. Poseedor de un crecimiento aéreo muy ramificado proveniente de una corona situada por encima del suelo (Langer, 1981a).

Se adapta mejor a suelos medianamente fértiles de texturas medias y pesadas, que tengan buena profundidad y sean bien drenados, esta especie tolera bien la humedad en invierno y responde de forma excepcional al riego en verano (Carámbula, 2007). Existe una alta respuesta a la fertilización con fósforo (Ayala et al., 2010).

Se comporta muy bien en siembras asociadas por su alta tolerancia a la sombra y alta producción de forraje en su primer año, recomendándose en mezclas con especies de rápido crecimiento y ciclo corto, especialmente con cebadilla y achicoria (Ayala et al., 2010).

La persistencia de la especie en una mezcla forrajera no es de esperar que supere los 3 o 4 años (Lambert, citado por Langer, 1981a). Esto se debe a una susceptibilidad de los tréboles rojos al ataque de *Heterodera trifoliorum* (enfermedad del trébol) y *Sclerotinia trifoliorum* (Langer, 1981a). En este sentido Altier (2010) también señala a la especie como susceptible a enfermedades de raíz y corona.

El manejo admite pastoreos intensos, pero de baja frecuencia, siendo las defoliaciones frecuentes y severas adversas para su productividad (Carámbula, 2007). En este tema Langer (1981a) aclara que el pastoreo de larga duración y alta frecuencia, ocasiona una rápida senescencia de la planta, seguramente por agotamiento de las reservas encontradas en la raíz para el rebrote.

*Trifolium pratense* puede sustituir como heno o silo a la alfalfa cuando las condiciones del suelo no son favorables para esta última, como por ejemplo un pH intermedio, presencia de una napa alta de agua o una capa impermeable en la superficie o cercana a ella (Carámbula, 2007). Es inevitable que, en situaciones no adversas, la alfalfa presente mayores rendimientos que el trébol rojo (Langer, 1981a), especialmente en verano, trébol rojo por su alta susceptibilidad al estrés hídrico, se ve superada en producción por la alfalfa (Ayala et al., 2010).

Presenta alto riesgo de meteorismo por lo que es importante, cuando su destino es el pastoreo, sembrarla en asociación con una gramínea como *Lolium multiflorum* para combatir este efecto. La iniciación floral es dependiente de que se supere un umbral de fotoperíodo, en tal sentido trébol rojo puede agruparse en tres tipos según la fecha de floración; de floración temprana, que presentan crecimiento primaveral temprano con mejor adaptación a pasturas de vida corta

y suelos fértiles, de floración intermedia, con picos de producción primaverales más tardías y una persistencia mayor que los de floración temprana, y de floración tardía, los cuales florecen entre 2 y 4 semanas más tarde que los otros tipos, presentan mejor rebrote luego de un corte y su crecimiento primaveral llega finalizando la estación. En Uruguay es común el uso de cultivares del tipo de floración temprana (Langer, 1981a).

El cultivar de *Trifolium pratense* Estanduela 116 (E 116) es de floración temprana. Ha demostrado tener buena implantación en siembras directas o convencionales y un mayor rango de fecha de siembra (otoño, invierno y primavera) en comparación a los otros tipos de cultivares (Ayala et al., 2010).

E 116 es un cultivar diploide, presenta un porte recto, un excelente rebrote y una rápida producción de tallos. Por estas cualidades es recomendado en rotaciones cortas como podrían ser las de un tambo. Florece en abundancia y es capaz de producir satisfactorios rendimientos de semillas, pero este potencial se ve limitado en Uruguay por dificultades en la polinización con abejas (Ayala et al., 2010).

Se presenta la producción de forraje del cultivar Estanduela 116 en la evaluación de INIA e INASE del año 2019:

Cuadro No. 3. Producción de materia seca por hectárea de *Trifolium pratense* cultivar Estanduela 116

	<b>1er. año</b>	<b>2do. año</b>
<b>Kg/ha/año</b>	6450	7388

## 2.2. MEZCLAS FORRAJERAS

Una mezcla forrajera es una población formada artificialmente por varias especies con distintas características morfológicas y fisiológicas. Esta asociación artificial puede resultar en una mutua depresión, o de una de ellas en beneficio de la otra, en un mutuo beneficio o en la falta total de interferencia (Carámbula, 2007). Según Santiñaque y Carámbula (1981), las mezclas forrajeras se componen generalmente, por especies gramíneas y leguminosas perennes.

Una de las razones por la cual se fundamenta el uso de mezclas forrajeras en lugar de cultivos puros son, la mayor producción y uniformidad estacional durante el año de la misma y en la alimentación del animal, mayor calidad del forraje y menor riesgo de meteorismo (Scheneiter, 2005).

Existen varios factores para determinar el tipo de mezcla forrajera a utilizar. La aptitud del suelo es el primero en definir cuál o cuáles son las especies que pueden prosperar en él, como también el fin productivo de la mezcla (cría, recría, invernada, ciclo completo, etc.) o la presencia de ciertas malezas (Scheneiter, 2005).

Para que una mezcla sea eficiente, se debe registrar la menor interferencia posible entre las especies componentes de la mezcla, logrando los máximos rendimientos de materia seca por hectárea y obteniendo las principales características de las familias en bondad de la producción animal. Es importante no solo obtener una buena biomasa de calidad en momentos estratégicos, sino también registrar incrementos sensibles sobre la fertilidad del suelo (Carámbula, 2007).

### 2.2.1. Importancia de las mezclas forrajeras

Rhodes, citado por Carámbula (2007) afirma que no hay evidencias claras de que las mezclas tengan ventajas para alcanzar mejores rendimientos que los mismos cultivos puros. Otros autores, sostienen que la combinación de especies forrajeras debería ser más eficientes en la utilización de los recursos ambientales disponibles, que cada especie sembrado individualmente (Jones et al., citados por Carámbula, 2007).

Estos autores explican que la evidencia mostrada de que no haya un mayor rendimiento de las mezclas sobre los cultivos puros, proviene de trabajos realizados con mezclas de gramíneas templadas creciendo en ambientes templados y de mezclas de gramíneas tropicales creciendo en un ambiente subtropical, determinando más competitividad que complementariedad. Sin embargo, mezclas de especies tropicales y templadas en un ambiente propicio para las dos, concluyó en un mayor rendimiento que una pastura únicamente sembrada con especies templadas (Jones et al., citados por Santiñaque y Carámbula, 1981).

Un tercer grupo liderado por Van der Bergh, citado por Harry y Lazenby (1974) fundamenta que la condición necesaria para que una mezcla presente mayor producción que sus componentes por separado, debe ser especies de diferente ciclo, con el fin de que estos no se superpongan y así minimizar la competencia entre ellos.

Carámbula (2002) sostiene que puede haber un mejor resultado en producción al mezclar especies estivales e invernales que las mezclas simples estacionales sembradas por separado. Cabe destacar que cuantas más especies contenga una mezcla, más difícil es mantener el balance entre sus componentes.

El ambiente donde se encuentre la mezcla, lleva indefectiblemente a la dormancia de algunas especies y al desarrollo de otras.

Siguiendo este punto Formoso (2010) menciona que, al aumentar el número de especies en una mezcla, las contribuciones individuales de cada componente son de esperar que disminuyan.

### 2.2.2. Componentes de las mezclas

Las mezclas deberían estar compuestas en forma idónea por 60-70 % de gramíneas y 20-30% de leguminosas, considerando siempre un 10% de enmalezamiento. Ni las gramíneas solas, ni las leguminosas por separado, son tan buena pastura como la combinación de ambas. En primera instancia, las gramíneas aportan sostén productivo por muchos años y estabilidad a la pastura. A su vez, estas se adaptan a gran variedad de suelos, mantienen la población en niveles adecuados, explotan el nitrógeno simbiótico, presentan baja sensibilidad al pastoreo y poseen buena competitividad frente a malezas y plagas (Carámbula, 2007). Sin embargo, la inclusión de una leguminosa puede derivar en el aumento considerable de la producción forrajera de la mezcla (Scheneiter y Pagano, 1998).

Siguiendo con este punto, Carámbula (2007) afirma que las leguminosas aportan nitrógeno a la pastura, presentan un alto valor nutritivo para la dieta del animal y son promotoras de fertilidad en el suelo, especialmente en aquellos pobres o degradados. En un estudio realizado por Scheneiter (2000) se registró que la inclusión de una leguminosa en una mezcla permitió alcanzar durante primavera – verano valores mayores de digestibilidad en comparación con gramíneas puras que, en esta época del año, ven disminuido su valor de digestibilidad.

Cabe destacar que, en las mezclas, las especies tienen la capacidad de compensar su crecimiento frente a distintos factores climáticos, edáficos o de manejo, pudiendo mantener de forma más estable su rendimiento durante el año y alargando la duración de la pastura en el tiempo (Carámbula, 2007).

Scheneiter (s.f.) en un trabajo con el Instituto Nacional de Tecnología Argentino Pergamino, registró valores superiores del 10-20% en una mezcla de festuca alta y trébol blanco, que los valores de producción de la gramínea pura. En concordancia con este punto, Carámbula (2007) visualizó que la presencia de una gramínea perenne permite aumentos de un 10 a 20 % en la oferta de forraje sobre la leguminosa pura. En las mezclas cuya componente gramínea está constituido por una especie anual, como el raigrás, en general presentan en verano un prematuro enmalezamiento y una resiembra natural agresiva por parte de dicha gramínea, convirtiéndola para los siguientes componentes de la

rotación, en una maleza importante. Sin embargo, el autor recalca que en estos casos donde la gramínea perenne es sustituida por raigrás anual, la mezcla puede ser pastoreada a partir del invierno de primer año.

Romero (1989) evaluó una mezcla con contribución de trébol rojo, registrando que este puede representar más del 60% del forraje total, coincidiendo con lo obtenido por Mc Bratney (1987) quien obtuvo aportes entre el 55 y el 69% en mezclas con gramíneas independientemente de la fertilización.

Las mezclas de raigrás anual con trébol rojo arrojaron buenos valores de producción y elevada calidad bajo pastoreo, incluso en suelos de pobre drenaje. Esta mezcla es idónea en sistemas de rotación corta para los tambos y ganadería (Romero, 1989).

### 2.2.3. Dinámica de las mezclas

Entrando en la dinámica de las especies integrantes de una mezcla, la mayoría de las pasturas sembradas presentan un desequilibrio notorio a favor de la componente leguminosa. Este desequilibrio se visualiza incluso desde la implantación, consecuencia de que es más sencillo el establecimiento de leguminosas que el de las gramíneas. En suelos donde la fertilidad es una contraparte, y donde la suma de la fertilización únicamente con fósforo, más la deficiencia de nitrógeno en el suelo, la implantación de las gramíneas es incluso peor, acentuando el desbalance de las especies (Carámbula, 1991).

Contrario a esto, en suelos con buena fertilidad, la mezcla se muestra por lo general bien balanceada (Bautés y Zarza, citados por Carámbula, 2007).

La presencia de la componente gramínea es de suma importancia, ya que estas tienden a ocupar los espacios vacíos a medida que la pastura avanza en el tiempo, compitiendo con el enmalezamiento y reduciendo el riesgo de erosión por suelo descubierto. afirma que la producción otoño – invierno – primaveral está dada principalmente por las especies invernales, mientras que las estivales aportan especialmente en el período primavero – estival. Este tipo de mezclas, con especies invernales y estivales, presenta por un lado la ventaja de no competir entre ellas por sus distintos ciclos, y además evita el engramillado en verano. Uno de los principales problemas en la estabilidad de la pastura, es la invasión de gramilla en verano. En esta estación las malezas encuentran las mejores condiciones para su crecimiento, donde inevitablemente las leguminosas invernales sensibles a la sequía desaparecen, y dejan a los descubiertos espacios vacíos para la aparición de especies invasoras. explica que, en el segundo y tercer año de la pastura, las leguminosas dominan la mezcla, registrándose la mayor producción de materia seca en estos años. Por

consecuencia, es de esperar que la mejor performance animal coincida en este período, a pesar de mayor riesgo de meteorismo (Carámbula, 2007).

## 2.3. EFECTO DEL PASTOREO

### 2.3.1. Aspectos generales

Mediante el eficiente manejo de las diferentes estrategias de pastoreo, aumentando o disminuyendo la frecuencia e intensidad, se puede aumentar la producción de forraje en las praderas. Este manejo eficiente conlleva a favorecer la tasa de rebrote de las especies y a la disminución de pérdidas por senescencia o descomposición del forraje (Matthews et al., citados por Garduño et al., 2009). Existe una relación directa entre intensidad, frecuencia y oportunidad de uso en el pastoreo con la composición botánica, rendimiento y calidad de las especies integrantes de la pastura (Hernández-Garay et al., citados por Velasco et al., 2005).

Carámbula (2007) afirma que el manejo de la defoliación para permitir buenos rendimientos de forraje durante su etapa vegetativa, debe tener como prioridad la frecuencia e intensidad de pastoreo, alterando lo menos posible la pérdida de recursos naturales y considerando siempre el favorecimiento del buen comportamiento animal.

Siguiendo este punto, Parsons y Penning (1988) consideran que la optimización de la producción de pasto bajo el manejo rotacional, se basa en el conocimiento de los efectos de la duración del rebrote bajo los cambios de los principales procesos involucrados en la acumulación neta de forraje.

Se debe tener en cuenta las variaciones climáticas y los cambios morfofisiológicos de las especies durante el año, es por esto que no se deben aplicar las mismas técnicas de manejo siempre, siendo así cambiantes la frecuencia y la intensidad del pastoreo en el tiempo (Carámbula, 1991).

Formoso (1996) recalca la importancia de mantener las pasturas vigorosas, estables y persistentes a largo plazo, siendo de principal consideración la realización de estos puntos junto al objetivo de maximizar el crecimiento y utilización del forraje.

La interrelación entre la pastura y el animal en pastoreo comprenden un proceso dinámico con dos componentes. El primero, con los aspectos morfológicos y físico – químicos de la pastura que influyen, junto al potencial intrínseco del animal, el material a ser removido determinando así su desempeño. El segundo componente, comprendido por el material remanente post pastoreo, que va a comprometer indiscutiblemente la capacidad de rebrote de la pastura.

En la comprensión y control de estos procesos, está la base del manejo pastoril (Lucas, citado por Agustoni et al., 2008).

### 2.3.2. Parámetros que definen el pastoreo

#### 2.3.2.1. Intensidad

El rendimiento de cada corte o pastoreo (intensidad) está definido por la altura del remanente al retirar los animales, afectando por un lado el rendimiento en cada defoliación, como también el rebrote y la producción total de la pastura. En cuanto a esto, queda claro que la intensidad tiene una influencia positiva en cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 2007).

Entonces, por un lado, los pastoreos más intensos, reducen la producción de forraje y por el otro lado, el porcentaje de utilización del forraje producido es mayor, ya que la remoción de forraje verde aumenta y se disminuyen pérdidas por senescencia (Chilibroste et al., 2008). Smetham (1981) sugiere que las pasturas con manejos muy altos o muy bajos presentarán serios inconvenientes de producción y supervivencia.

La intensidad de pastoreo se controla mediante la cantidad y tipo de animales por hectárea (carga animal), regulando así la ubicación espacial y temporal de los animales. Para la obtención de una alta eficiencia de conversión de pasto a producto animal, es imprescindible el ajuste de la carga animal (Cangiano, 1996).

Las distintas especies presentes en una pastura toleran distintas alturas de pastoreo. Carámbula (2007) menciona que las especies postradas admiten alturas de corte menores que las especies erectas, aunque estas son capaces de adaptarse al manejo intenso mediante una modificación de su arquitectura hacia un crecimiento más rastrero.

Las distintas intensidades de pastoreo alteran la disponibilidad y estructura del forraje ofrecido a los animales. Intensidades altas, dejando remanentes menores, generan pasturas más tiernas con mayor proporción de hojas, proporcionando un mayor aprovechamiento por parte del animal. En cambio, intensidades bajas, dejan estructuras de la pastura con mayores proporciones de tallos más desarrollados en detrimento de la proporción hojas (Zanoniani et al., 2006).

Saldanha et al. (2010) sobre este punto agregan que la intensidad afecta la densidad y número de plantas, el número de macollos y el peso de los mismos.

Soca y Chilibroste (2008) sugieren que, aunque la producción de forraje y por ende del consumo animal, disminuyan como consecuencia de menores remanentes, las caídas la performance animal fueron compensadas por el mayor número de animales. Es de vital importancia encontrar el equilibrio adecuado entre performance animal y productividad y persistencia de la pastura.

#### 2.3.2.2. Frecuencia

La frecuencia de defoliación se define como el intervalo de tiempo entre dos pastoreos sucesivos, siendo esta una característica propia del sistema de manejo del pastoreo (Pineiro y Harris, 1978).

El número de pastoreos o cortes, determinando la frecuencia, va a influenciar sobre el crecimiento de la pastura. A mayor frecuencia, menor tiempo de acumulación de reservas entre dos cortes sucesivos y, por ende, menor producción de forraje en cada uno de ellos (Carámbula, 2007). Formoso (2000) acorde a esto, señala que los pastoreos muy frecuentes generan una reducción a nivel de las reservas y peso de las raíces, generando una menor producción de forraje y un rebrote más lento.

Siguiendo con este punto, Parga (2009) explica que es necesario permitir el descanso suficiente de la pastura para lograr una adecuada acumulación de reservas, para así resultar en un rápido rebrote. De este modo también se optimiza la disponibilidad de cosecha de forraje verde por el animal al momento del pastoreo.

Será la velocidad con la que se alcance el volumen de forraje adecuado o también llamado el IAF (Índice de Área Foliar) óptimo de cada especie el determinante de la frecuencia a utilizar en el manejo. Entonces, en pasturas con IAF óptimo bajos, como en aquellas con tréboles, es posible realizar un manejo más frecuente en contraparte con pasturas dominadas por ejemplo con gramíneas erectas (Carámbula, 2007).

Según Fulkerson y Slack (1995), el número de hojas es un criterio a tomar para definir el intervalo de defoliación. Los resultados del trabajo de dichos autores, muestran que el momento óptimo para pastorear es a las tres hojas luego de iniciado el rebrote, luego de este punto la hoja más vieja comienza su senescencia. Esto no sólo permite expresar el potencial de rebrote en ese ciclo de crecimiento, sino también en el próximo (Formoso, 1996).

Entonces, la frecuencia de defoliación constituye una variable que, en asociación a las características de las especies combinadas, determinan el resultado productivo (Moliterno, 2002).

### 2.3.3. Efecto sobre las especies que componen la mezcla y su producción

En comparación al pastoreo continuo, los sistemas de rotación de pasturas mantienen a las especies en un estado continuo de crecimiento. A su vez, se disminuye la selectividad al pastorear, permitiendo una remoción más homogénea de la pastura y un posterior crecimiento más uniforme del pasto. Cabe aclarar que la calidad del forraje varía con los distintos estratos de la pastura, especialmente las leguminosas (The Stock Farmer, citado por De Souza y Presno, 2000).

Carámbula (2007) señala que el efecto causado por el pastoreo es distinto en gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente, las leguminosas captan más luz por la disposición en que se encuentran sus hojas, permitiendo así un recuperación más rápido que las gramíneas. Aunque las gramíneas postradas y leguminosas poseen rebrotes más rápidos, logran antes su IAF óptimo, por lo que sus rendimientos medidos en producción de forraje resultan menores al de una gramínea erecta. Se afirma entonces que las gramíneas de porte erecto presentan un mayor rendimiento con manejos más aliviados.

La remoción de los tejidos meristemáticos, retrasa el restablecimiento del área foliar debido a que el rebrote proviene de yemas axilares (Briske, citado por Cullen et al., 2006). Sin embargo, existen pastos adaptados al pastoreo y el problema solo ocurre cuando estos entran en desarrollo reproductivo ya que exponen los meristemas durante su encañazón (Champam y Lemaire, 1993).

Heitschmidt (1984) menciona que la producción y persistencia de especies de porte erecto, como *Lotus corniculatus* o *Lolium multiflorum*, aumentan proporcionalmente al largo del período de descanso.

En manejos de pasturas aliviados, el área foliar remanente es de escaso valor fotosintéticamente activo, ya que está constituido principalmente por hojas viejas. Esto es de suma importancia en gramíneas con escaso desarrollo de macollos, donde la mayoría de las hojas nuevas se encuentran en los estratos superiores de la pastura (Pearce et al., 1965).

Brancato et al. (2004) señalan que el pastoreo incide directamente sobre la morfogénesis de las especies integrantes de una pastura. Esta incidencia es dependiente del animal puesto a pastorear y de la carga que soporta el sistema.

Zanoniani (1999) fundamenta la colocación de plantas en similares condiciones de competencia por los recursos, y luego del pastoreo permitir su recuperación. En virtud de esto, se descarta el pastoreo continuo sin regulación de carga y se toma el pastoreo rotativo como el más benéfico.

Según Langer (1981b) para la obtención de los máximos rendimientos anuales de forraje se debe permitir a las pasturas crecer, repetidamente, sin interrupción y cosechando inmediatamente antes de que la velocidad de acumulación de materia seca decaiga o se detenga. De esta forma la pastura presenta crecimientos a una tasa máxima durante el mayor tiempo posible. Pastoreos poco frecuentes y un nivel alto de nitrógeno promueve el desarrollo de gramíneas, por el contrario, pastoreos frecuentes y con poco nitrógeno disponible en el suelo, promueven el desarrollo de leguminosas. En conclusión, para lograr un buen equilibrio de especies entre leguminosas y gramíneas se recomienda pastoreos frecuentes y abundancia de nitrógeno en el suelo (Carámbula, 2007).

En conocimiento de que en pasturas el rendimiento económico está constituido por macollas, tallos y hojas, es fundamental conocer los sucesos en la formación de estos componentes, el rendimiento y los efectos que pueden ejercer diferentes factores sobre los mismos (Carámbula, 2002).

#### 2.3.4 Efecto sobre la fisiología de las plantas

La producción de forraje es un proceso regulado por las características del estado de la pastura y el ambiente en donde se encuentre. El pastoreo afecta la fisiología de las plantas al repercutir en la tasa de producción de nuevas hojas. Por lo tanto, el óptimo manejo de pastoreo para el sistema pastoril no puede desligarse de la máxima producción de forraje. Existe una relación entre los tres flujos de tejido foliar de las pasturas: crecimiento, senescencia y consumo (Parsons et al., 1991).

Chilibroste (2008) señala que la interrelación entre la pastura y el rumiante en pastoreo es un proceso de doble vía, donde por un lado los aspectos morfológicos y físico-químicos de la pastura influyen en el forraje ingerido por el animal, y por el otro lado el forraje remanente después del pastoreo determina la capacidad de rebrote de la pastura.

La defoliación implica una disminución instantánea de la actividad fotosintética de la planta y por lo tanto del nivel de energía disponible para la planta (Simpson y Culvenor, citados por Formoso, 1996). Ante dicho evento, mediante un sistema central de regulación, las plantas realizan un ordenamiento y priorizan diversos procesos. Estos procesos involucran maximizar la velocidad de rebrote utilizando la energía post defoliación, a los efectos de restablecer lo más rápido un balance positivo de energía (Chapin, citado por Formoso, 1996).

El rebrote alcanza un umbral que posibilita la máxima tasa de incrementos en producción de materia seca aérea, alcanzado así el IAF óptimo e interceptando al menos el 90% de la radiación incidente (Simpson y Culvenor, citados por Formoso, 1996). En el instante en que la fijación y translocación de

energía supera la demanda de meristemas refoliadores de la parte aérea, el sobrante de energía es almacenado para restaurar el nivel de reservas (Smith, citado por Formoso, 1996).

#### 2.3.4.1. Efecto sobre el rebrote

La eliminación de los meristemas apicales, los niveles de carbohidratos en el rastrojo y área foliar remanente y de su eficiencia fotosintética, son todos factores que determinan el rebrote de las pasturas (Escuder, 1996). El pastoreo reduce la capacidad fotosintética de las plantas e interrumpe el suministro de carbohidratos (Chapman y Lemaire, 1993).

Cuanto más material remanente exista y más eficiente sea fotosintéticamente, el período de recuperación del forraje se acortará proporcionalmente (Broughman, 1956). Broughman, citado por Escuder (1996), en un trabajo realizado en una mezcla de raigrás, trébol blanco y trébol rojo, observó que el rebrote se relacionó con el porcentaje de luz interceptada por la pastura y con el área foliar remanente

La recuperación de la actividad radicular a niveles satisfactorios, no ha de ocurrir hasta que exista una superficie considerable de hojas nuevas (Carámbula, 2007). El rebrote de las especies forrajeras luego de su remoción, se lleva a cabo por una combinación de hojas residuales y reservas, los que proveen energía para la renovación de hojas (The Stock Farmer, citado por De Souza y Presno, 2000). Estudios de Donaghy y Fulerson (1998) con raigrás perenne han mostrado una alta correlación entre el nivel de carbohidratos solubles al momento de la defoliación y el crecimiento posterior.

Formoso (1996) menciona que la frecuencia e intensidad de los cortes altera la cantidad removida de meristemas refoliadores, la energía disponible y las tasas de crecimiento de los rebrotes.

Cuando una pastura se somete a pastoreos intensos, hay una remoción importante de hojas, por lo que la regeneración del área foliar depende de las reservas. Sin embargo, una pastura sometida a este manejo no puede depender continuamente de las reservas, pues estas no son restablecidas adecuadamente debido al bajo IAF. Consecuentemente, algunas especies tienen la capacidad de responder a este evento modificando su estructura, pasando a producir mayor número de macollos, pero de menor tamaño, teniendo la misma cantidad de hojas, más chicas (Nabinger, 1998).

El pastoreo provoca una redistribución de los recursos entre los macollos maduros que antes eran independientes, de manera que los macollos defoliados son apoyados por macollos intactos mediante el suministro de carbono (Marshall

et al., citados por Cullen et al., 2006). Es por esto, que las reservas de CO<sub>2</sub> son importantes en los primeros días del rebrote, pero luego, la fotosíntesis se convierte en el principal suministro de carbono para la planta (Richards et al., citados por Cullen et al., 2006).

Generalmente las reservas se empiezan a acumular luego de que los productos de la fotosíntesis cubrieron satisfactoriamente los requerimientos fisiológicos de la planta y el crecimiento de sus distintos órganos. Es debido a esto, que un exceso en el nivel de reservas se explica por la no realización de un crecimiento, y si se acentúa en la búsqueda de altos niveles de reserva, se producirá escasa materia seca, situación de esperar en pastoreos de poca frecuencia e intensidad (Carámbula, 2007).

Si el IAF remanente permite un equilibrio entre la fotosíntesis y la respiración, el rebrote podrá iniciarse sin mayores complicaciones y sin necesidad de recurrir a las reservas. En situaciones críticas, como el verano, la importancia del IAF remanente es mayor, ya que este actuará como una bomba de succión permitiendo utilizar mejor el agua disponible en el suelo y proveerá una mayor área fotosintéticamente activa, lo que aumentará las cantidades de metabolitos aun con bajos niveles de humedad en el suelo. A pesar de que en dichas condiciones los estomas se cierran dificultando el intercambio de CO<sub>2</sub>, la fotosíntesis es menos afectada que la diferenciación y expansión celular, dando plantas que crecen poco pero siguen fotosintetizando (Blaster et al., citados por Carámbula, 2007).

El IAF varía con la estación del año, los incrementos de intensidad de radiación de primavera coinciden con la elongación de los tallos, por lo que, a un mismo porcentaje de intercepción de luz, el IAF es mayor. En consecuencia, a pesar del incremento de IAF, las hojas de los estratos inferiores siguen fotosintetizando activamente y la intercepción de luz se mantiene en valores del 95%. En otoño, rápidamente se llega a una intercepción completa de la luz, sumado a esto el potencial fotosintético de las hojas podría ser menor, por lo que la tasa de senescencia aumenta rápidamente, pudiendo ser mayor que la tasa de crecimiento (Escuder, 1996).

Fulkerson y Slack (1995) señalan que, para disminuir el nivel de reservas de carbohidratos solubles al punto de afectar el rebrote, se precisan una determinada cantidad de defoliaciones frecuentes sucesivas. A su vez, la altura del remanente también va a influir sobre la cantidad de estos carbohidratos. La altura no solo afecta la cantidad absoluta sino también los requerimientos de la planta. La primera hoja en expandirse post defoliación actúa como fosa de carbohidratos solubles para luego pasar a actuar como fuente una vez completada su expansión. Esto afirma que el peor momento para pastorear es

antes de completada la expansión de la primera hoja, cuando esta consume reservas, pero no habría reposición posterior de las mismas.

Carámbula (2002) en cuanto a esto, afirma que, una vez expandida una hoja, su eficiencia fotosintética va disminuyendo a medida que envejece. Este aspecto puede ser muy importante en pasturas mal manejadas donde la falta de luz, podría provocar la senescencia anticipada de hojas maduras, con la consiguiente pérdida de material verde.

Para la buena mantención de un nivel de reservas, es necesario dejar remanentes de áreas foliares lo suficientemente apropiadas, demorar el pastoreo en épocas de estrés y promover el cumulo de reservas antes de los períodos de latencia (Vallentine, citado por Carámbula, 2007). Las reservas resultan determinantes a la resistencia a las temperaturas frías del invierno y a las temperaturas altas del verano, el manejo inicial de las plántulas que promueva a bajas acumulaciones de reservas, traerá como consecuencia poblaciones débiles (Carámbula, 2002).

#### 2.3.4.2. Efecto sobre la utilización del forraje

En un sistema de pastoreo, la eficiencia de utilización de forraje se define como la proporción del tejido foliar producido que es removido por los animales antes de entrar en estado de senescencia (Chapman y Lemaire, citados por Gastal et al., 2004).

Van a influir sobre esta utilización, la frecuencia e intensidad de defoliación como también las características estructurales de la pastura. Cuando el intervalo de defoliación supera a la vida media foliar, definido como el intervalo transcurrido entre la aparición de una hoja y el comienzo de la senescencia (Colabelli, 1998), una mayor proporción de material verde se pierde por senescencia y aumenta la diferencia entre producción primaria y cosechable. Es importante en la decisión de manejo a elegir, considerar el intervalo de aparición foliar y el número de hojas vivas por macollo como también el descanso óptimo para cada especie (Chapman y Lemaire, 1993).

La cantidad de forraje rechazado por el animal por una deficiente utilización, incrementa al avanzar la vida de las pasturas, por lo que siempre se deberá hacer un buen uso de las técnicas de manejo, considerando las reglas de fisiología y morfología de las plantas para ofrecer cantidades aceptables de forraje de buena calidad y apetecibilidad, con lo que se asegurará una alta producción a través de un mayor consumo (Carámbula, 2007).

Es de suma importancia entender que el concepto de utilización no debe manejar el sistema. Considerar como objetivo obtener utilidades máximas es

perjudicial para la ganancia individual del animal como para el crecimiento y persistencia de las pasturas. Altas dotaciones de animales generando altas intensidades para lograr grandes utilidades, generan un deterioro de la pastura con bajos remanentes que afectan el rebrote (Lombardo, 2012)

Siguiendo con este punto, Smetham, citado por Escuder (1996) señala que al aumentar la presión de pastoreo también se mejora la eficiencia de cosecha de forraje, pero esto implica una disminución en el IAF y, en consecuencia, una menor intercepción de la luz, por lo que la producción de forraje disminuye.

En general, las pasturas pierden una gran cantidad de forraje que nunca se cosecha. Los sistemas tradicionales de pastoreo pueden llegar a usar entre el 30-40% del forraje disponible, con la pérdida del resto por senescencia. En mayor parte esta pérdida ocurre por cargas inadecuadas de manejo, o cuando la tasa de crecimiento es tal que la oferta de forraje sobrepasa la demanda de los animales (The Stock Farmer, citado por De Souza y Presno, 2000). Los porcentajes de utilización de las pasturas en el país son, en promedio, menores al 50% (Carámbula, 2007).

La utilización del forraje no va a depender del tipo de pastoreo (continuo vs rotativo), sino, que es la vida media foliar de las hojas de las pasturas y el nitrógeno disponible para el crecimiento de las mismas las que influyen sobre la misma (Nabinger, 1996).

#### 2.3.4.3. Efecto sobre la morfología y estructura de las plantas

La morfología de las plantas se ve afectada por el pastoreo (Grant et al., 1981). Este efecto depende de la especie animal y la carga con la cual se maneja la pastura. Sin embargo, la defoliación no tiene efecto significativo cuando este se genera sobre la lámina de la hoja, si se aprecia una disminución en el largo de las mismas cuando son defoliadas a nivel de la vaina.

Chapman y Lemaire, citados por Escuder (1996) señalan que algunas especies forrajeras presentan plasticidad fenotípica, esto significa que pueden modificar su morfología y la estructura de su población frente a incrementos en la presión de pastoreo, de tal modo que mantienen estable su crecimiento (homeostasis).

En un trabajo realizado por Avendaño et al. (1986) con pasturas naturales, observo que las gramíneas de porte alto fueron mayormente preferidas por los animales durante el pastoreo, dado por su mayor disponibilidad de forraje en estratos más altos. En cambio, en especies de bajo porte, no se visualizaron

diferencias en la respuesta a distintas presiones de pastoreo, mostrando la gran adaptabilidad de estas especies a los diferentes manejos.

Especies de hábito erecto y que pueden ser defoliadas por completo, como la alfalfa y el trébol rojo, tienen un menor desarrollo de sus mecanismos homeostáticos. Es por esto que, en virtud de las mismas, es necesario el retiro de los animales y un buen período de descanso para que repongan su área foliar y reservas. Formoso (1996) señala que, en este tipo de leguminosas, con cortes no selectivos dejando rastros de 4 cm, se retiran masivamente los meristemos axilares localizados por encima del nivel de corte. Por lo tanto, la refoliación dependerá de los meristemos axilares remanentes y de los basilares, como también de la energía disponible para los mismos. En gramíneas como el raigrás, la producción no se ve afectada debido a que hay una compensación en su estructura al existir una relación inversa entre el peso y tamaño de los macollos (Escuder, 1996).

En lotus, sistemas de manejos de cortes frecuentes e intensos deprimen notoriamente el número de tallos, presentando una disminución del 65% de su producción (Formoso, 1996). Trébol rojo cv. Estanzuela 116, registró un 55% de disminución en su rendimiento anual de forraje cuando fue sometido a la máxima frecuencia de corte posible.

Hay y Newton, citados por Olmos (2004), mencionan que cuando existen defoliaciones severas, la tasa de aparición de nudos y el crecimiento de las yemas axilares se reducen drásticamente, provocando un aumento en la senescencia de plantas. Ante defoliaciones severas y frecuentes, las plantas desarrollan hojas con vainas más cortas, cuyas lígulas se posicionan justo debajo del nivel de corte y la lámina se torna más horizontal, posicionando al tapiz por debajo del horizonte de pastoreo. Este mecanismo de defensa puede ser reversible cuando cesa el pastoreo o este se vuelve más aliviado (Lemaire, 1997).

A su vez, el manejo más intenso y frecuente permite un ambiente más lumínico en cantidad y calidad de la luz que llega a la base de las plantas, consecuencia del corte de las plantas vecinas. Esto tiene un efecto favorable en la tasa de aparición de macollos (Voisin y Younger, citados por Brancato et al., 2004).

#### 2.3.4.4. Efecto sobre la composición botánica

El manejo eficiente de la luz a través del pastoreo, puede influir sobre la composición botánica que contribuye a las pasturas. Es así que, las leguminosas se ven beneficiadas por defoliaciones frecuentes al presentar mejores absorciones de luz con menos área foliar que las gramíneas, y son estas las que

se ven favorecidas por pastoreos menos frecuentes (Carámbula, 2004). Entonces se sostiene, que la intensidad y frecuencia de pastoreo produce en la composición botánica un cambio, como puede ser la morfología de las especies (Hetschmidt, 1984).

Estos cambios producen una alteración sobre la distribución de la producción a lo largo del año, sin embargo, la producción total anual no presenta cambios tan bruscos (Escuder, 1996).

Lograr el equilibrio entre gramíneas y leguminosas no es una tarea sencilla, cuando se aumenta la proporción de gramíneas en la mezcla en decremento de las leguminosas, se resulta en una menor producción animal, ahora si el escenario es el opuesto y aumentan las leguminosas, a pesar de lograr mejores rendimientos en términos de producción animal, el riesgo de meteorismo es muy alto (Carámbula, 2004).

Son diferentes estudios los que concluyen que las distintas frecuencias e intensidades utilizadas en el pastoreo tienen efecto en la respuesta de las pasturas, pensando en composición botánica y densidad de las especies (Heitschmidt, 1984). Sin embargo, Barthram et al. (1999) afirman que estos cambios sobre la composición botánica debidas a alteraciones en el manejo son lentos en ocurrir.

Gardner et al., citados por Olmos (2004), encontraron que las altas utilizations de forraje por frecuencias elevadas, derivó en menores rendimientos de forraje, mayor proporción de malezas y un aumento en el área de suelo desnudo.

Pastoreos rotativos controlados con altas cargas en parcelas fertilizadas, tenían una tendencia a cambiar su composición botánica hacia las especies deseables. Las mismas parcelas, pero sin manejos adecuados del pastoreo, casi no mostraban cambios en las proporciones de las especies integrantes de la pastura, ya que el pastoreo anulaba el efecto benéfico de la fertilización (Carámbula, 2007).

Jones, citado por Carámbula (2007) muestra que gran parte de la depresión en la productividad y el detrimento en la composición botánica de las pasturas es el resultado de manejos de pastoreo incorrectos. Es fundamental la interacción entre manejo y fertilizante para mejorar o mantener la composición y calidad de la pastura.

#### 2.3.4.5. Efecto sobre la persistencia

La persistencia de la pastura es de suma importancia, entre más longeva sea esta, más económica será la producción animal. Dicha persistencia involucra la constancia de rendimiento dentro de un equilibrio dinámico entre las especies sembradas (gramíneas y leguminosas) y la vegetación residente (Carámbula, 2007).

El concepto de persistencia está ligado con el sistema de producción, y acorde a este, el problema puede ser más importante dependiendo del caso. En los sistemas uruguayos por lo general la persistencia de las leguminosas es un objetivo buscado, al punto que dichos sistemas están trazados en función de la persistencia conseguible con las especies recomendadas (García, 2003).

Sheath et al. (1987) señalan que la persistencia de una pastura se alcanza cuando las densidades de las poblaciones sembradas están estabilizadas, alcanzando a cubrir las expectativas de un ecosistema específico. Que las plantas sobrevivan depende de cualquier factor que retarde el crecimiento radicular y en consecuencia afecte la absorción de agua y nutrientes (Donaghy y Fulkerson, 1998).

La vida de una pastura va a depender del manejo al cual se someta durante su primer año de vida. Con pastoreos altamente frecuentes, las plantas no son capaces de almacenar reservas, provocando la muerte de las mismas cuando la humedad del suelo sea un problema. El uso de pastoreos severos sobre gramíneas perennes en época de floración, permite un excelente control del desarrollo de las inflorescencias y los efectos no deseados ligados a esta etapa desaparecen, con lo cual la pastura se recuperará rápidamente para su continuo macollaje. Esto avala el crecimiento vigoroso de los macollos existentes y la aparición de los nuevos, permitiendo la sobrevivencia de un número suficiente de ellos a través de un sistema radicular amplio, indispensable para garantizar un buen rebrote y un buen potencial para los meses próximos (Carámbula, 2002).

En invierno, los sobrepastoreos afectaran de forma irreversible el crecimiento de las raíces a fines de la estación ya que se limita la previa acumulación de reservas. Este manejo, principalmente a través del pisoteo, afectará además de la parte área de las plantas, sus sistemas radiculares a través del compactado en demasía. Este efecto se agrava aún más en suelo con altos porcentajes de arcilla. Como consecuencia, se produce una menor aireación y una menor velocidad de infiltración de agua en el suelo (Carámbula, 2004).

#### 2.3.4.6. Efecto sobre la calidad

En cuanto al efecto del pastoreo sobre la calidad, este debe favorecer la presencia de altos porcentajes de hojas verdes durante todo el año. Estos altos porcentajes permitirán una digestibilidad del orden del 65-75%, ya que el un alto contenido de hojas se relaciona con la presencia de poca pared celulares (Munro y Walters, citados por Carámbula, 2007).

Wade, citado por Escuder (1996), manifiesta que, al aumentar la carga en pasturas encontradas en zonas templadas, la disminución en el consumo por animal fue de mayor importancia relativa que la disminución del valor nutritivo de la materia ingerida. Langer (1981a) señala que pastoreos de baja frecuencia y de alta intensidad proporcionan rendimientos mayores, pero de menor calidad, mientras que, por el contrario, pastoreos frecuentes y aliviados, resultan en rendimientos menores, pero de mayor calidad.

Dado el manejo frecuente del pastoreo, explicado por la relación hoja/tallo, el forraje se muestra con mayores niveles de proteína, extracto etéreo y valores más bajos de fibra cruda en comparación a cortes menos frecuentes. Sin embargo, pastoreos frecuentes logran mantener el nivel de energía bruta de la pastura sin variación durante el largo de la estación (Langer, 1981a).

Durante la etapa vegetativa los porcentajes de digestibilidad se mantienen en niveles estables, sin embargo, por cada día transcurrido luego de la encañazón se registran pérdidas del orden promedio del 0,5%. Es por esto que el momento del corte es de vital importancia, dado que se podrán lograr distintos rendimientos y calidades de forraje acorde a este (Carámbula, 2007).

#### 2.3.5 Efectos del pastoreo sobre la performance animal

Mott (1960) afirma que la carga animal es el principal factor de manejo responsable del resultado físico - económico del sistema ecosistema pastoril como también de la persistencia productiva de la pastura instalada. Para lograr altas eficiencias de conversión de pasto en producto animal, se debe ajustar la carga animal y el método de pastoreo con el crecimiento de la pastura (Escuder, citado por Cangiano, 1996).

La pastura y el animal, son los dos componentes que afectan el consumo. Acorde al segundo, existen varios mecanismos limitantes del consumo. El de bocados, considerando peso y número de los mismos como limitante. El mecanismo de distensión, limitado por el llenado ruminal, cuando se alcanza el mismo, el consumo se ve disminuido por el tiempo de retención. Este tiempo depende de las tasas de pasaje y digestión. El mecanismo metabólico muestra un límite superior en el consumo de energía digestible, ya que, al ser alcanzado,

determina el consumo máximo de concentración de energía digestible de la dieta (Cangiano, 1996).

Si se presenta una cantidad de forraje alta, el carácter del mismo determina el consumo a través de la distensión ruminal, o cuando existe una muy alta calidad, a través del mecanismo metabólico. Por otro lado, si la cantidad es baja, poco tendrá que ver este carácter en el límite consumido. En dicho caso, el consumo se ve más afectado por el comportamiento ingestivo, mediante el peso del bocado, la tasa del mismo o el tiempo de pastoreo. Estos factores también pueden existir en condiciones de alta cantidad de forraje, pero de baja accesibilidad (Cangiano, 1996).

Lemaire y Champan, citados por Chilibroste et al. (2005), mencionan que altas presiones de pastoreo pueden ser causantes de la reducción en la tasa de crecimiento de las pasturas por su efecto adverso sobre la morfogénesis y la estructura de las especies. De todos modos, este aumento de la presión, evita la acumulación de restos secos que perjudican la forma negativa la tasa de crecimiento de las pasturas.

Por otro lado, Mott (1960) menciona que, si en un sistema se mantienen bajas cargas, la producción individual animal es alta, y a medida que se aumenta sucesivamente la carga, a partir de cierto momento, disminuye la ganancia individual. Este evento se fundamenta en que la disponibilidad de forraje empieza a limitar el consumo por animal e incrementa la actividad de pastoreo por unidad de forraje ingerido. La producción por hectárea aumenta en determinados rangos pues, la tasa de incremento en la carga supera la tasa de disminución en la producción animal.

El consumo máximo se registra cuando la asignación es al menos tres veces superior a la cantidad consumida, pero el consumo comenzará a disminuir cuando la asignación de forraje es dos veces menos que el consumo (Jagusch et al., citados por Hodgson, 1990).

Hodgson (1984) muestra que las condiciones de la pastura y la asignación de forraje influye sobre el rendimiento y el valor nutritivo del forraje consumido. Hodgson (1990), señala sobre la relación planta-animal en pastoreo, que la estructura de la planta altera la productividad de la misma como a su vez la utilización del forraje, en conjunto con el comportamiento del animal.

En condiciones de pastoreo el consumo puede ser expresado como el producto de la tasa de consumo (gramos/minutos) y el tiempo de pastoreo efectivo (minutos). La tasa de consumo a en tanto puede ser descompuesta como

el producto entre la tasa de bocados (bocados /minuto) y el peso de cada bocado individual (Chilibroste, 1998).

## 2.4. IMPLANTACIÓN DE PASTURAS

Según Carámbula (2010b) la implantación de plántulas hace relación al número saludable de las mismas que se establecen en el suelo como pastura, expresándose la misma como la proporción de semillas viables sembradas sobre el total. Se ve sujeto a las primeras etapas de la vida de la pastura – “desarrollo” -, donde casi la totalidad de las plántulas se encuentran en estado de implantación. Siguiendo este punto, no es de esperar que el porcentaje de implantación supere el 30% de plántulas logradas sobre el número total de sembradas, siendo incluso el valor más frecuente esperado en torno al 20% (Bobadilla, 2010).

Las especies anuales y poseedoras de un mayor tamaño de semilla, resultan en un mayor porcentaje de implantación (Carámbula, 2010b). Concordando con esto Beuselinck et al., citados por Carámbula (1996) mencionan la existencia de una correlación positiva y significativa entre el peso de las semillas y el vigor inicial de las plantas.

### 2.4.1. Factores condicionantes de la implantación

Formoso (2008) menciona que una mala implantación puede deberse al cultivo antecesor, método y fecha de siembra, calidad del lote de semilla, temperatura del suelo, humedad, inadecuado pastoreo, compactación, inoculación, falta de cura semillas, enfermedades, preparación indebida de la sementera, enmalezamiento y plagas.

Haciendo mención a la calidad de la semilla, Carámbula (2010a) define la misma como aquella con buen poder germinativo, sin impurezas y sin semillas de ninguna otra especie que no sea la deseada, que puedan perjudicar el establecimiento de la pastura. La utilización de semilla de buena calidad es de suma importancia en la correcta práctica de la implantación, siendo la misma de común minusvaloración, y priorizando el precio en desmedro de la calidad (Bobadilla, 2010).

En la preparación de una buena cama de siembra, cabe destacar los factores que más repercuten en la interacción semilla-suelo; el rastrojo, la temperatura, humedad y estructura superficial del suelo. La velocidad de germinación está influenciada directamente por la temperatura del suelo (acelerando o enlenteciendo) y pudiendo en casos extremos llevar a la muerte de la plántula. La falta de humedad en el suelo y una alta temperatura es combinación perjudicial para la implantación de la pastura, sin embargo, cubrir el

suelo con restos vegetales logra cubrir la semilla de la desecación a diferencia de un suelo desnudo. La humedad es un factor con amplia diversidad, siendo de las principales causas de una mala implantación (Formoso, 2008).

En cuanto a la profundidad de siembra, las gramíneas precisan de dos centímetros a dos centímetros y medio desde la superficie del suelo y deben ser cubiertas por la sembradora, por el lado de las leguminosas las mismas ven limitada su profundidad a un centímetro y medio (Bobadilla, 2010). “*En general las leguminosas poseen una muy baja emergencia con siembras que superen el centímetro de profundidad mientras que las gramíneas toleran hasta los dos centímetros*” (Pautasso, 2010).

La inoculación es de vital importancia para la obtención de un adecuado establecimiento, mayor persistencia y producción de forraje, especialmente cuando la siembra se realiza por primera vez (Carámbula, 1977). Leguminosas como trébol blanco y rojo son inoculados con una bacteria llamada rizobio (*Rhizobium trifolii*) mientras que la alfalfa (*Medicago sativa*) con otra, de nombre *Rhizobium meliloti*. La práctica de inocular se realiza con microorganismos fijadores de nitrógeno, comercializados con el nombre de “inoculantes”, que junto a la siembra de semillas de leguminosas puras o en mezcla resulta en un deber imprescindible para la implantación de pasturas, fundamentalmente en lugares sin precedentes de la práctica (Formoso, 2008).

Es de esperar en predios con producción intensiva animal de carne/leche con siembra directa, que se produzca la compactación de los suelos, afectando negativamente la implantación de las pasturas futuras (Formoso, 2008). Para poder descompactar un suelo, Ernst y Siri-Prieto (2008) hacen referencia al “tiempo de barbecho químico” generado desde la aplicación de un herbicida total hasta la implantación de la pastura, que logra la descomposición necesaria de los restos vegetales en la superficie del suelo permitiendo descompactar el suelo además de la acumulación de agua y nitrógeno.

Altier (2010) menciona las enfermedades, causadas por patógenos en el suelo en implantación, como gran causante de daños en semilla y plántulas durante pre y post emergencia. Las mismas aparecen cuando la calidad de la semilla no es la deseada, logrando plántulas susceptibles al ataque de patógenos. Estas pérdidas pueden llevar a un 10% menos de producción animal en los predios. Cabe destacar que excesos de períodos de lluvia con alta humedad en el suelo y bajas temperaturas, son proclives a la aparición de especies como *Pythium* y *Phithophora*, causantes de podredumbre de semilla y plántula en germinación logrando una baja implantación de la pastura.

Otro punto a tener en cuenta, es el enmalezamiento de las pasturas. Bobadilla (2010) destaca las malezas como una de las causas de mayor impacto

en las pérdidas de implantación y posterior producción y persistencia de las especies componedoras de las pasturas, por ende, es de suma recomendación lograr desde etapas previas a la siembra hasta las etapas finales, un suelo limpio. El enmalezamiento debe ser evaluado y monitoreado antes de efectuar la siembra de la pastura, existiendo un amplio rango de controles para las malezas que aparecen con más frecuencia en el territorio (Ríos, 1996).

Cabe destacar la importancia de la densidad de siembra. Cuando se habla de especies de rápido establecimiento, se pueden lograr poblaciones aceptables aún con bajas densidades iniciales de siembra. Sin embargo, cuando las especies son de bajo vigor inicial, lo recomendable es utilizar elevadas dosis con tal de cubrir rápidamente el suelo y competir con el enmalezamiento que pueda existir anteriormente o emerger a la brevedad (Muslera y Ratera, 1984).

Olmos (2001) menciona que el método de siembra no es de primera prioridad en la obtención de una buena implantación cuando se tiene una especie adaptada a las condiciones climáticas, edáficas y topográficas donde se desarrolla.

#### 2.4.2. Métodos de siembra

La siembra en línea se destaca por una rápida germinación y seguridad de implantación, debido principalmente a una distribución más uniforme en profundidad de la semilla y a un mayor contacto con el suelo (Pautasso, 2013). Acorde a esto Carámbula (2008) afirma que la siembra en línea permite colocar el fertilizante y semilla a distancias cercanas logrando mayor eficiencia de ambos insumos, fundamentalmente cuando las plántulas de las especies forrajeras precisan una alta disponibilidad de nutrientes. Oriella y Teuber (2006) hacen mención de que este método de siembra permite controlar la profundidad de semilla y localizar el fertilizante bajo la misma.

Hay que considerar que la siembras en línea pueden conllevar un crecimiento excesivo de las especies más vigorosas, pudiendo sombrear a las de más lento establecimiento.

Por otro lado, la siembra al voleo distribuye la semilla sobre la superficie del suelo sin controlar la profundidad ni localización del fertilizante. Para lograr mejores resultados, se puede utilizar una rastra de clavos o pisotear con ganado para un mejor contacto entre la semilla y el suelo (Oriella y Teuber, 2006).

Withe et al., citados por Blanco (2008) afirman que la siembra al voleo presenta la ventaja de mayor rapidez y sencillez con respecto a la siembra en línea, como también la capacidad de lograr una rápida cobertura del suelo. Como desventajas mencionan que se obtiene una tasa de emergencia menor de las

plántulas, una distribución más despareja de las mismas y un uso menos eficiente de las semillas e insumos.

Existen especies que precisan de una distribución más pareja y equidistante entre ellas, como *Dactylis glomerata*, festuca o alfalfa y otras como el caso de trébol blanco o lotus que la forma de distribución no juega un rol fundamental debido principalmente a la capacidad de estas especies de cubrir el suelo por medio de estolones y de la resiembra natural (Aritzia, 2015).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

##### 3.1.1. Lugar y período experimental

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A Cassinoni (UdelaR. Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay), en el potrero No. 33 (latitud 32°37'32,80''S y longitud 58°05'94,81''O) durante el período comprendido desde la fecha de siembra 24 de abril de 2019 hasta el 29 de noviembre de 2019.

##### 3.1.2. Información meteorológica

En Uruguay el clima es templado a subtropical (Durán, 1985), con un promedio de precipitaciones anuales de 1200 mm y una distribución isohigro.

Las temperaturas medias en el Uruguay oscilan entre 16 °C para el Sureste y 19 °C para el Norte. Mientras que, para enero, el mes más cálido, las temperaturas oscilan entre 22 °C y 27 °C. Para el mes más frío del año, julio, las temperaturas varían desde 11 °C a 14 °C respectivamente para cada región (Berreta, 2001).

##### 3.1.3. Descripción del sitio experimental

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (Altamirano et al., 1976), escala 1:1.000.000, el área experimental se encuentra sobre la Unidad San Manuel, correspondiente a la formación geológica Fray Bentos. Los suelos dominantes son Brunosoles Éutricos Típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosos (limosa). En asociación con estos se encuentran Brunosoles Éutricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz solodizados melánicos de textura franca.

##### 3.1.4. Antecedentes del área experimental

Las mezclas de praderas evaluadas en su primer año, fueron sembradas sobre un rastrojo de *Lolium multiflorum* guacho y malezas estivales como *Setaria geniculata* que presentaba mayor predominancia.

La fecha de siembra fue el 24 de abril de 2019 con densidades de siembra de 15 kg/ha de *Festuca arundinacea* cv. Aurora y 8 kg/ha de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel para una mezcla, mientras que para la otra mezcla se utilizaron

7 kg/ha de *Trifolium pratense* cv. E116 y 20 kg/ha de *Lolium multiflorum* cv. Montoro.

Se fertilizó con 100 kg/ha de 7 – 40 a la siembra en abril y 70 kg/ha de urea a mediados de setiembre. Se aplicaron 3 lt/ha de glifosato + 400 cc/ha de flumetsulam previo a la fecha de siembra. Posteriormente a principios de junio se aplicó 1,2 lt/ha de 2,4 DB + 400 cc/ha de flumetsulam, volviéndose a repetir esta aplicación a mediados de setiembre.

### 3.1.5. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en 2 mezclas con distinto largo de vida, sembradas bajo 3 métodos de siembra, evaluándose de forma independiente como también la interacción entre método siembra y mezcla. Las mezclas utilizadas fueron: *Festuca arundinacea* - *Lotus corniculatus* (mezcla larga); y *Lolium multiflorum* - *Trifolium pratense* (mezcla corta). Los métodos de siembra evaluados comprendieron a la siembra de gramínea y leguminosa en la misma línea; gramínea en la línea y leguminosa al vuelo; y la siembra en línea tanto de gramínea como la leguminosa, pero en forma cruzadas. Las interacciones se presentan a continuación:

- Mezcla de *Festuca arundinacea* y *Lotus corniculatus* sembrado en la misma línea (FaLcML).
- Mezcla de *Festuca arundinacea* y *Lotus corniculatus* sembrado la gramínea en línea y la leguminosa al voleo (FaLLcV).
- Mezcla de *Festuca arundinacea* y *Lotus corniculatus* sembrado en líneas cruzadas (FaLcC).
- Mezcla de *Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense* sembrado en la misma línea (RgTrML).
- Mezcla de *Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense* sembrado la gramínea en línea y la leguminosa al voleo (RgLTrV).
- Mezcla de *Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense* sembrado en líneas cruzadas (RgTrC).

El método de pastoreo fue rotativo entre los bloques, el criterio utilizado para entrada al bloque fue cuando la pastura presentaba una altura de 15-20 cm y el criterio de salida fue cuando la pastura llegaba a una intensidad de entre 5 cm y 7 cm.

Las praderas fueron pastoreadas en bloques con 30 terneros de raza Holando. Aproximadamente en cada bloque estuvieron 5 días, realizando 15 días de pastoreo en el total de los 3 bloques. El primer pastoreo se hizo con los terneros pesando 120 kg promedio, el segundo pastoreo se hizo con los mismos,

pero con 150 kg promedio y el tercer pastoreo con 190 kg promedio. La carga instantánea para el primer pastoreo fue de 11,1 UG/ha, el segundo fue de 13,9 UG/ha y para el tercero de 17,8 UG/ha.

Cada pastoreo fue considerado como el período de tiempo desde la entrada de animales al primer bloque y la salida de los mismos del tercer bloque, utilizando el promedio de los tres bloques para cada pastoreo. El primer pastoreo transcurrió del 26 de agosto hasta el 10 de septiembre, considerando a éste como la producción del período otoño-invierno. El segundo pastoreo ocurrió del 9 de octubre al 31 de octubre y el tercer pastoreo fue del 18 de noviembre al 29 de noviembre, considerando a estos 2 últimos como la producción en la estación de la primavera.

### 3.1.6. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar. El área experimental abarca 0.810 ha dividiéndose en tres bloques correspondiendo cada uno a una repetición. A su vez cada bloque fue dividido en seis parcelas conteniendo cada una de ellas a una de las interacciones antes mencionadas.

	<b>Tratamientos</b>					
<b>Bloque 1</b>	FaLcML	RgLTrV	RgTrC	FaLcC	FaLLcV	RgTrML
<b>Bloque 2</b>	RgLTrV	FaLcC	RgTrML	FaLcML	RgTrC	FaLLcV
<b>Bloque 3</b>	FaLcC	FaLLcV	RgLTrV	FaLcML	RgTrML	RgTrC

Figura No. 1. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental

### 3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Las variables estudiadas en este experimento fueron la producción de forraje de las dos mezclas forrajeras y composición botánica de las mismas con diferentes métodos de siembra, a lo largo del período experimental.

### 3.2.1. Variables determinadas

#### 3.2.1.1. Forraje disponible y remanente

El forraje disponible es la materia seca expresado en kg/ha que presentan las parcelas en el momento previo a que los animales ingresen a pastorear ajustado por la tasa de crecimiento en los días de pastoreo. El forraje remanente son los kg/ha de materia seca que quedan en las parcelas luego de retirar los animales (Campbell, 1966).

El método utilizado para medir las variables de disponible y remanente fue el de doble muestreo (Barthram, 1986). Se trató de determinar una escala de apreciación visual de 3 puntos para medir el forraje disponible y una escala de 3 puntos para medir el forraje remanente.

Para cada punto de la escala antes mencionada se sacaban 4 muestras cortando al ras del suelo, dejando 1cm de remanente, utilizando una tijera de aro y cuadros de 50cm por 20cm, midiéndose previamente la altura de cada punto para relacionar esta variable con la cantidad de forraje. De esta forma se obtuvo para cada tratamiento, 12 muestras de forraje disponible antes del ingreso de los animales y 12 muestras del forraje remanente luego de la salida de los mismos. Luego en el laboratorio para cada muestreo se separaron los distintos componentes, la gramínea sembrada, la leguminosa sembrada y las malezas presentes de forma de poder medir el aporte de cada especie, donde se pesó en fresco cada una de las muestras y luego de ponerlas en estufa 48 horas a 60 °C, se obtuvo el peso seco de las mismas.

Con estos datos se pudo calcular la disponibilidad de forraje y el remanente en kg/ha de materia seca, mediante el ajuste de una ecuación de regresión entre la altura del forraje en cm y los kg/ha de MS.

Para la función obtenida se ingresaron los valores promedio de 20 mediciones por cada tratamiento, sustituyendo en la variable independiente de la ecuación para cada mezcla, obteniendo de esta manera la estimación de forraje por hectárea de disponible y de remanente.

#### 3.2.1.2. Altura del disponible y del remanente

Dentro de cada parcela se obtuvieron las alturas, promediando 20 mediciones al azar, mediante reglas y el rectángulo antes utilizado para los cortes. Como criterio para efectuar dichas medidas se tomó el punto de contacto entre la regla con el punto de la hoja más alta según el método de Barthram (1986).

Las mediciones se realizaron conjuntamente con la composición botánica dentro de cada rectángulo. La altura y composición del disponible se realizó previo al ingreso de los animales y para el remanente se realizó luego de la salida de los mismos.

#### 3.2.1.3. Producción de forraje

La producción de forraje en kg/ha de MS es la diferencia calculada entre el forraje disponible y el forraje remanente del pastoreo anterior, ajustando la tasa de crecimiento de la pastura con los días de duración del pastoreo (Campbell, 1966).

#### 3.2.1.4. Materia seca desaparecida

La materia seca desaparecida durante el pastoreo se obtiene como la diferencia en kg/ha de MS del forraje disponible y del forraje remanente (Campbell, 1966).

#### 3.2.1.5. Porcentaje de utilización

Es la cantidad de materia seca desaparecida en relación al disponible antes obtenido previo al ingreso de animales. Este porcentaje se obtiene calculando lo desaparecido sobre el forraje disponible.

#### 3.2.1.6. Composición botánica

La composición botánica de las pasturas es el porcentaje de la fracción de gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos dentro de la mezcla forrajera. Esto se determinó a través del método de Brown (1954).

Mediante la apreciación visual dentro del mismo rectángulo antes mencionado, se estimó la participación porcentual de los componentes de las pasturas gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos. También se midió el porcentaje de suelo desnudo en comparación con toda la biomasa total. Se realizó obteniendo 20 mediciones en cada parcela obteniéndose un promedio de los porcentajes para la composición botánica de cada tratamiento.

### 3.3. HIPÓTESIS

#### 3.3.1. Hipótesis biológica

No existe efecto del método de siembra sobre la producción y composición botánica de la pastura y es independiente del largo de vida de la mezcla.

No hay un efecto del largo de vida sobre la producción de materia seca y composición botánica independientemente del método de siembra.

Los métodos de siembra no interaccionan con las mezclas forrajeras para determinar diferencias en producción.

### 3.3.2 Hipótesis estadística

Ho:  $M_1 = M_2$

Ho:  $T_1 = T_2 = T_3$

Ho:  $M_1 T_1 = M_2 T_2 = \dots = M_i T_k$

M: mezcla.

T: método de siembra.

Ha: existe al menos una diferencia.

## 3.4 ANALISIS ESTADISTICO

Se realizó el análisis de varianza entre tratamientos mediante el paquete estadístico INFOSTAT, en el caso de existir diferencias entre tratamientos se estudió las mismas mediante análisis de media a través de Test de Tukey con una probabilidad del 10%.

### 3.4.1. Modelo estadístico

El modelo factorial es de  $3 \times 2$  y el diseño utilizado es en bloques completos al azar con 3 repeticiones (DBCA). El modelo estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + \beta_j + T_k + M * T_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo:

- $Y$  = corresponde a la variable de interés.
- $\mu$  = es la media general.
- $M_i$  = efecto relativo del  $i$ -ésimo nivel de mezcla.
- $\beta_j$  = efecto relativo del  $j$ -ésimo bloque
- $T_k$  = efecto del  $k$ -ésimo nivel de método de siembra.

- $M^*T_{ik}$  = efecto relativo de la interacción entre el  $i$ -ésimo nivel de mezcla y el  $k$ -ésimo nivel de método de siembra
- $\varepsilon_{ijk}$  = es el error experimental.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. DATOS METEOROLÓGICOS

A continuación, se presentan los datos de precipitaciones mensuales y temperaturas promedio por mes, correspondientes al año experimental, en comparación a una serie histórica computada en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni desde 2002 a 2018. La flecha indica la fecha de siembra.

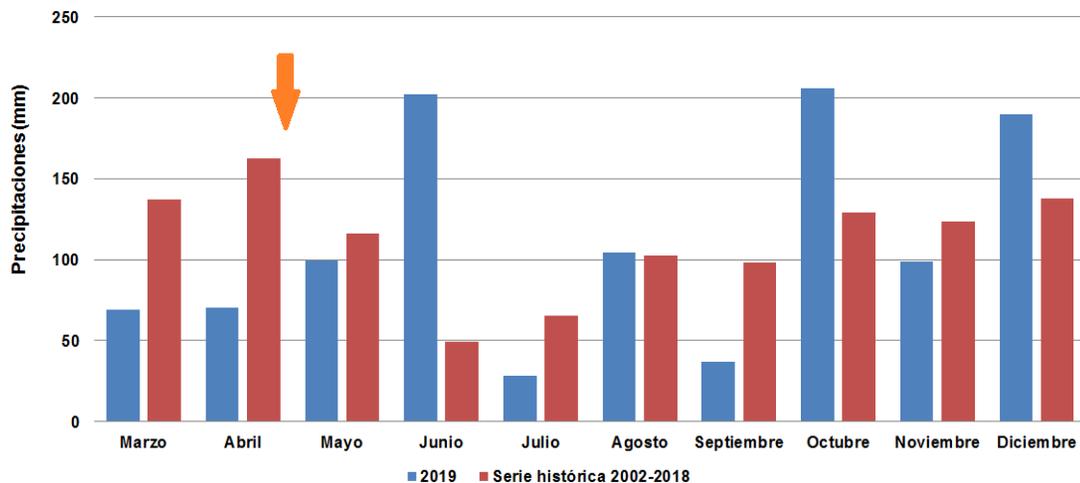


Figura No. 2. Registro de precipitaciones acumuladas mensuales durante el año experimental, comparado con el promedio histórico

Como se puede ver en el gráfico se registraron precipitaciones muy variables en el año experimental con respecto al promedio histórico.

El año evaluado presentó 200 mm más que el registro histórico. En el período comprendido desde la siembra realizada a fines de abril, hasta la culminación del experimento (últimos días de noviembre), se observa que en mayo, agosto y noviembre se registraron similares precipitaciones al promedio histórico. Para el caso de junio y octubre las precipitaciones ocurridas fueron considerablemente superiores, 153 y 77 mm respectivamente. Mientras que en los meses de julio y septiembre se aprecia que las precipitaciones estuvieron claramente por debajo del promedio histórico, 37 y 62 mm respectivamente.

Observando el balance hídrico realizado (ver anexo No. 1), se puede concluir que no hubo deficiencias hídricas en el período experimental que afecten la performance de las especies sembradas. En el mes de septiembre se pudo ver

más resentido el crecimiento por menores precipitaciones mostradas, pero estas no comprometieron el desempeño posterior de las pasturas.

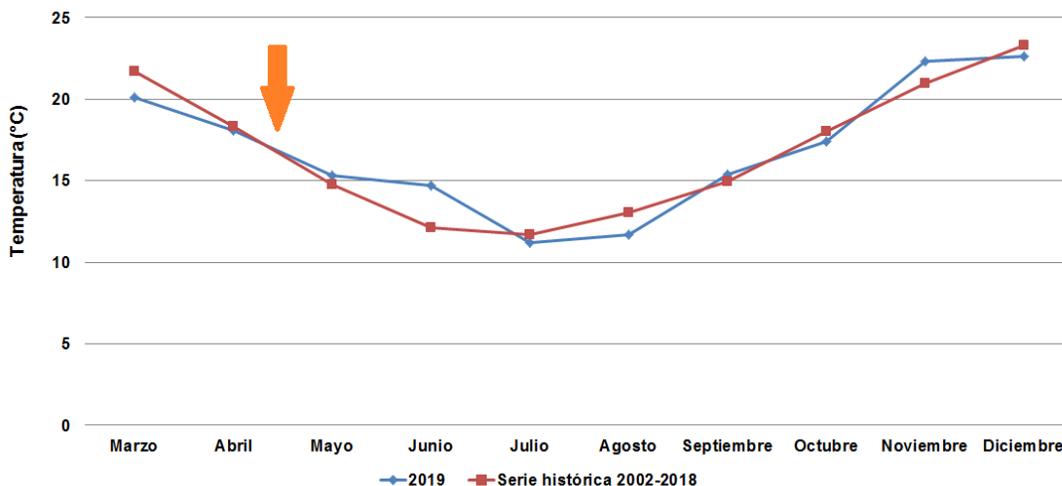


Figura No. 3. Registro de temperaturas medias durante el año del experimento comparado con la media histórica

En el período experimental desde abril a noviembre la temperatura varió desde 11,2 a 22,3 °C , mientras que en la media histórica las temperaturas varían de 11,7 a 21 °C, registrando en los meses de junio y noviembre temperaturas por encima de la media histórica (2,8 y 1,4 °C respectivamente), mientras que en agosto las temperaturas medias estuvieron 1,3 °C por debajo.

Si bien se encontraron estas diferencias en el año y en el período del experimento, se sigue una tendencia similar a la media histórica.

Se concluye que no hubo limitantes en el período experimental para el crecimiento y desarrollo de las especies, salvo en los meses de invierno que se registraron medias inferiores al rango óptimo para estas pasturas, esto determina una reducción de producción, pero no detiene el crecimiento. Según Carámbula (2002) las especies con metabolismo C3 como *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*, *Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense* tienen buen desarrollo con temperaturas entre 15 - 20 °C.

#### 4.2. PRODUCCIÓN DE FORRAJE

En los siguientes puntos se presentan los datos de forraje y la evolución del mismo en las diferentes mezclas y en los distintos métodos de siembra utilizados en el experimento.

#### 4.2.1. Forraje disponible

A continuación, se presentan los datos de forraje disponible promedio de las mezclas y de los métodos de siembra, expresados en kg/ha de MS y en centímetros para la altura, medido para distintas estaciones como en todo el período experimental.

Cuadro No. 4. Forraje disponible promedio para cada mezcla expresado en kg/ha de MS

<b>Mezcla</b>	<b>Otoño-invierno</b>	<b>Primavera</b>	<b>Todo el período</b>
<b>Raigrás - trébol rojo</b>	2883 A	2866 A	2872 A
<b>Festuca - lotus</b>	1450 B	1459 B	1456 B

Medias con una letra común entre filas dentro de cada columna no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Como se puede observar se encontraron diferencias significativas en cuanto a forraje disponible entre mezclas. La mezcla de raigrás - trébol rojo fue superior tanto en otoño-invierno como en primavera y por ende en todo el período experimental. Esto es debido al mayor vigor inicial, generando una mayor velocidad de germinación y establecimiento, acompañado de la alta precocidad de producción que tienen estas especies (anual y bienal) de la mezcla. En contraparte se visualiza en la otra mezcla con especies perennes como festuca, que presenta un lento establecimiento, donde se traduce a una menor producción coincidiendo con lo expresado por García (2003). En cuanto a la velocidad de germinación, según Carámbula (2007) la festuca presenta baja movilización de las reservas de la semilla y por ende un lento crecimiento de la raíz, lo que la hace muy vulnerable a la competencia en plántula. Estos menores resultados de producción de forraje disponible de la mezcla festuca – lotus coincide con lo planteado por Langer (1981b) quien afirma que la producción en el primer año de vida de festuca es baja, pero puede perdurar en el tiempo.

Ensayos por Moliterno (2000) muestran que el raigrás perenne a los 10 días de emerger, utilizó el 47% de las reservas del endosperma, mientras que festuca utilizó un 14%, determinando el mayor vigor inicial de raigrás.

Por otra parte, para trébol rojo estos resultados coinciden con lo mencionado por Carámbula (2007) que evidencia una alta producción de forraje en su primer año. El cultivar utilizado E 116 según Ayala et al. (2010) se trata de

un cultivar con una destacada precocidad y alta producción invernal y anual. Se coincide con Carámbula (2010a) quien afirma un muy buen vigor inicial, rápido establecimiento y buena precocidad del trébol rojo, con alta producción otoño-invierno-primaveral y si no hay deficiencias hídricas continúa su producción en verano.

Las especies perennes muestran su mayor producción en el segundo año, reflejándose en los resultados que muestra la evaluación de INIA e INASE en el cultivar Aurora de festuca. En cuanto a lotus, Formoso (1993) afirma que la mayor producción se da en el segundo año de vida.

Las tasas de crecimientos son distintas (ver cuadro No. 13) para las dos mezclas forrajeras, siendo mayores en la mezcla de raigrás - trébol rojo, determinado estas diferencias en producción del primer año.

Cuadro No. 5. Forraje disponible promedio para cada método de siembra expresado en kg/ha de MS

<b>Método de siembra</b>	<b>Otoño-invierno</b>	<b>Primavera</b>	<b>Todo el período</b>
<b>Misma línea</b>	2300 A	2110 A	2173 A
<b>Gram.L. y Leg.V.</b>	2208 A B	2187 A	2194 A
<b>Cruzadas</b>	1993 B	2189 A	2124 A

Medias con una letra común entre filas dentro de cada columna no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Gramínea sembrada en línea (Gram.L.). Leguminosa sembrada al vuelo (Leg.V.).

En cuanto al forraje disponible según los métodos de siembra se observó para el período de otoño-invierno la siembra en la misma línea presentó mayor disponible que la siembra cruzada, esta diferencia en el disponible tiene relación con las tasas de crecimiento presentadas más adelante, donde son mayores para misma línea frente a cruzadas en este mismo período (ver figura No. 8).

Se puede concluir que existe cierta competencia en la línea cuando se encuentran conviviendo plantas de la misma especie, como sucede en la siembra cruzada, esto concuerda con Etcheverry et al. (2020) quienes encuentran menor implantación en siembras cruzadas en comparación a la misma línea. Es de

aclarar que esta posible competencia se observa en el período donde las temperaturas registradas están por debajo de las óptimas, contribuyendo a esta interacción. El disponible para primavera como en todo el período, no encontró diferencias estadísticamente significativas entre métodos de siembra.

Cuadro No. 6. Altura de forraje (cm) disponible promedio para cada mezcla

<b>Mezcla</b>	<b>Otoño-invierno</b>	<b>Primavera</b>	<b>Todo el período</b>
<b>Raigrás - trébol rojo</b>	25,8 A	27,4 A	26,8 A
<b>Festuca - lotus</b>	16,3 B	26,5 A	23,1 B

Medias con una letra común entre filas dentro de cada columna no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Como se puede apreciar, la altura del disponible entre mezclas encontró diferencias significativas para el período de otoño-invierno como en todo el período experimental, siendo menor la altura de la mezcla de festuca - lotus. Esto se da por el hábito de crecimiento de las especies en la mezcla, siendo cespitosa para festuca y más erecto para raigrás en las gramíneas, donde esta última tiene mayor tasa de aparición foliar y mayor tasa de elongación foliar. El lotus presenta un hábito erecto, pero menor altura en comparación al trébol rojo (Carámbula, 2007).

Por otro lado, en primavera no existieron diferencias entre las alturas. Esto era de esperar ya que en la primavera todas las especies manifiestan sus mayores tasas de crecimiento compensando posibles diferencias por hábito de crecimiento. Esto coincide con Zanoniani y Ducamp (2004) quienes mencionan que para lotus su mayor producción es en primavera, y con Formoso (1993) que menciona mayores tasas medias de producción de forraje estacional en primavera para lotus, mientras que en otoño e invierno las tasas medias de producción son sustancialmente inferiores, siendo invierno la estación de menor producción.

Cabe destacar tanto para otoño-invierno y todo el período que los resultados coinciden con Hodgson, citado por Almada et al. (2007), quien menciona que la altura de forraje está relacionada directamente con la cantidad de materia seca disponible.

La primavera no concuerda con lo mencionado por este autor, debido a que hay un pasaje a estado reproductivo de las especies con la consecuente encañazón, resultando en un estrato superior de la mezcla menos denso y con

menor cantidad de materia seca. Los resultados en primavera de festuca – lotus son de 55 kg/MS/ha por centímetro y en raigrás – trébol rojo de 104 kg/MS/ha por centímetro, determinando un forraje más denso para esta última mezcla.

En cuanto a la altura del forraje disponible visto entre métodos de siembra no hubo diferencias significativas en ninguna estación, como tampoco en todo el período, teniendo una media de 25 cm y un error experimental de 0,8 cm para el total disponible (ver anexo No. 3).

#### 4.2.2 Forraje remanente

A continuación, se presentan los datos de forraje remanente promedio de las mezclas y de los métodos de siembra, expresados en kg/ha de MS y en centímetros. Medido en distintas estaciones como en todo el período experimental.

Cuadro No. 7. Forraje remanente promedio para cada mezcla expresado en kg/ha de MS

<b>Mezcla</b>	<b>Otoño-invierno</b>	<b>Primavera</b>	<b>Todo el período</b>
<b>Festuca - lotus</b>	877,7 A	586,6 A	683,6 A
<b>Raigrás - trébol rojo</b>	854,2 A	458,2 B	590,2 B

Medias con una letra común entre filas dentro de cada columna no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Como se puede observar en el cuadro se encontraron diferencias significativas entre las mezclas en primavera como en todo el período experimental. La mezcla de festuca - lotus registró mayores remanentes de materia seca, siendo explicado por la composición botánica (ver cuadro No. 8) donde se observa una mayor presencia de malezas en la mezcla de festuca – lotus. En la mezcla de raigrás - trébol rojo hay una mayor presencia del componente leguminosa pudiendo ser más palatable y digestible para el consumo del animal resultando en una menor cantidad de forraje remanente.

Se puede apreciar que la evolución del remanente entre las distintas mezclas presenta una tendencia similar. El pastoreo se manejó con los mismos animales, y a medida que transcurría el tiempo cada pastoreo siguiente se hizo con una carga mayor, debido a la ganancia de los animales entrando con un mayor peso individual, esto explica la tendencia de menor kg/MS en los remanentes con el paso de los pastoreos en el tiempo.

Para los métodos de siembra no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ninguna estación como tampoco para todo el período experimental. Presentando para todo el período un promedio en forraje remanente de 637 kg/MS/ha con un error experimental de 20,1 kg/MS/ha (ver anexo No. 4).

En cuanto a la altura del forraje remanente no se encontraron diferencias significativas entre mezclas ni entre métodos de siembra, para ninguna estación como tampoco en todo el período experimental. Presentando una media promedio en todo el período de 6,5 cm con un error experimental de 0,2 (ver anexo No. 5).

Observando los valores de alturas de remanente se puede decir que los mismos estuvieron dentro de los valores recomendados para no comprometer el rendimiento posterior de la pastura, favoreciendo la persistencia de la misma. Según Zanoniani et al. (2006) en especies postradas la altura promedio de pastoreo debe ser hasta 2,5 cm y para especies erectas entre 5 y 7,5 cm. Siguiendo con este punto Carámbula (2007) menciona que, con 5 cm de remanente, se favorece la máxima utilización de la luz incidente por parte de las pasturas, considerando un adecuado período de recuperación.

#### 4.2.3. Composición botánica

A continuación, se presentan los datos de la composición botánica promedio del forraje disponible de las mezclas y de los métodos de siembra, para el disponible y para el remanente, medido en distintas estaciones como en todo el período experimental.

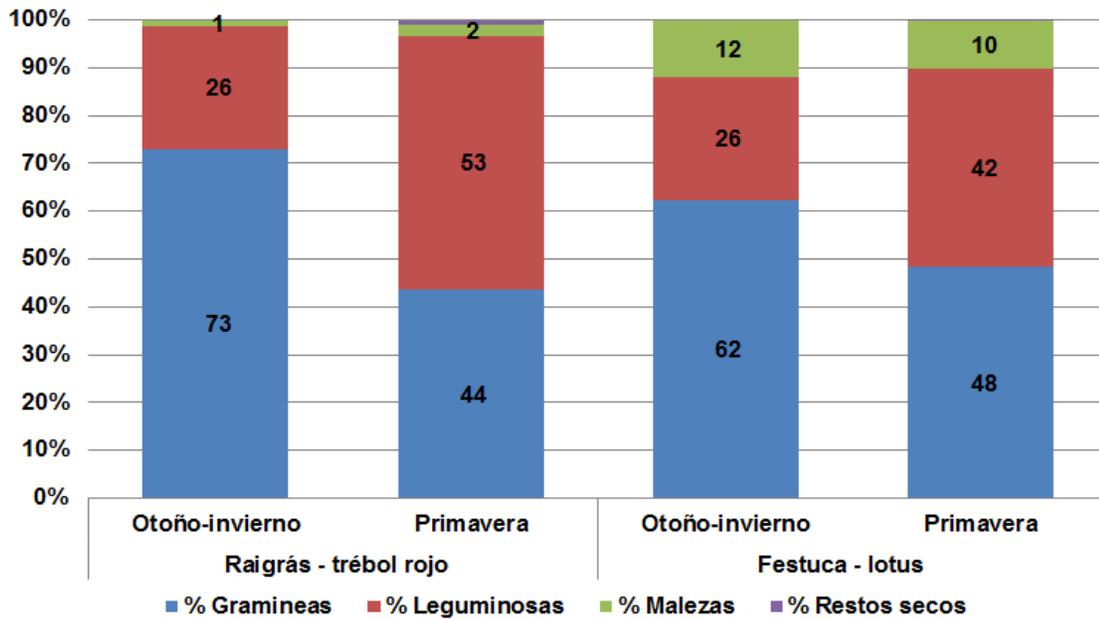
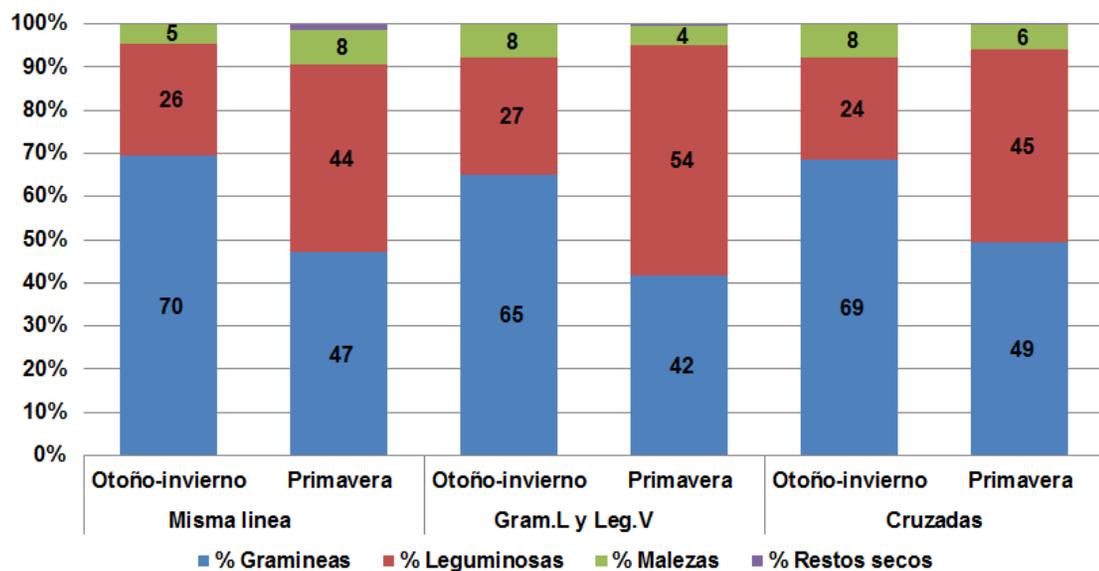


Figura No. 4. Evolución de la composición botánica del forraje disponible para ambas mezclas expresado en porcentajes



Gramínea sembrada en línea (Gram.L). Leguminosa sembrada al vuelo (Leg.V).

Figura No. 5. Evolución de la composición botánica del forraje disponible para cada método de siembra expresado en porcentajes

Observando la evolución de los componentes de una estación a otra, se puede decir que aumenta el contenido de leguminosas en ambas mezclas y para todos los métodos de siembras. Se explica por el ciclo productivo de las especies, como el caso primavera-estival en lotus que aumenta su producción a medida que se elevan las temperaturas medias y radiación con el paso de los días del período evaluado. En la otra mezcla se da el cese de producción y muerte de raigrás por ser esta una especie anual, donde el último pastoreo se llevó a cabo a finales del mes de noviembre. Para el período otoño-invierno, los componentes de las mezclas se encuentran en un rango aceptable, según Carámbula (2007) la composición botánica de las mezclas forrajeras debería estar compuestas por 60-70% de gramíneas y 20-30% de leguminosas, considerando un 10% de enmalezamiento. Para la primavera aumenta el componente de leguminosa y disminuye el componente de gramínea, no concordando con la proporción ideal mencionada.

Cuadro No. 8. Composición botánica promedio en todo el período experimental del forraje disponible para cada mezcla

<b>Mezcla</b>	<b>%Gramíneas</b>	<b>%Leguminosas</b>	<b>%Malezas</b>	<b>%Restos secos</b>
<b>Festuca - lotus</b>	53,0 A	36,3 B	10,6 A	0,1 A
<b>Raigrás - trébol rojo</b>	53,5 A	43,8 A	2,0 B	0,7 A

Medias con una letra común entre filas dentro de cada columna no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Se observa que el porcentaje de leguminosa es significativamente mayor en la mezcla raigrás - trébol rojo, donde era esperable debido a que el trébol rojo es una especie con muy buena producción en el primer año debido al alto vigor y competitividad inicial, concordando con lo mencionado por Carámbula (2007).

Si bien los valores de trébol rojo son mayores en la mezcla frente a lotus, estos no coinciden con lo evaluado por Romero (1989) donde la contribución de trébol rojo en una mezcla le dio valores por encima de 60 % de forraje. Como tampoco coincide con Mc Bratney (1987) quien obtuvo aportes entre el 55 y el 69% en mezclas con gramíneas independientemente de la fertilización. Es de aclarar que la evaluación de estos autores no es para el mismo año de pastura y las mezclas no son exactamente iguales, pues utilizaron raigrás perenne.

Respecto a festuca – lotus, esta mezcla presentó significativamente mayor contenido de malezas en la base forrajera, limitando el crecimiento de las especies sembradas. También el menor contenido de malezas en raigrás - trébol rojo se da por el vigor inicial de las especies manejadas en esta mezcla, teniendo

esta mayor velocidad de germinación, resultando en una mejor competencia y cubriendo antes el suelo, esto coincide con Piñeiro et al. (2001) quienes mencionan que, debido al rápido crecimiento inicial del raigrás, no deja crecer a otras especies. Es importante destacar que el menor porcentaje de malezas en la mezcla de raigrás – trébol rojo, se debe también a una mayor producción de las especies sembradas, generando que se diluya el porcentaje de malezas en el total.

Las principales malezas que se observaron son especies anuales invernales como *Ammi sp.*, *Anthemis cotula*, *Bowlesia incana*, *Cerastium glomeratum*, *Stellaria media* siendo todas de hoja ancha, también se encontraron otras malezas gramíneas como *Poa annua*. Esto generó competencia con las especies sembradas durante todo el período, tanto en otoño-invierno para su establecimiento y para la primavera donde estas malezas pasan a estado reproductivo. Si bien se encontraron varias especies de malezas, estas en general se mantuvieron en un porcentaje aceptable, según el rango de Carámbula (2007) para una pradera, no siendo un gran problema.

Cuadro No. 9. Composición botánica promedio en todo el período experimental del forraje disponible para cada método de siembra

<b>Método de siembra</b>	<b>%Gramíneas</b>	<b>%Leguminosas</b>	<b>%Malezas</b>	<b>%Restos secos</b>
<b>Misma línea</b>	54,5 A	37,7 B	6,9 A	0,8 A
<b>Gram.L y Leg.V</b>	49,5 B	44,7 A	5,6 A	0,2 A
<b>Cruzadas</b>	55,7 A	37,8 B	6,4 A	0,1 A

Medias con una letra común entre filas dentro de cada columna no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Gramínea sembrada en línea (Gram.L). Leguminosa sembrada al vuelo (Leg.V).

Para el componente gramínea se encontraron diferencias significativas, siendo mayor en los métodos misma línea y cruzadas frente a gramínea en la línea con leguminosa al vuelo, en este último método es significativamente mayor el porcentaje de leguminosa en la mezcla frente a los otros dos métodos, esto es debido a que la siembra de la leguminosa en la línea se produce a una mayor profundidad que cuando es sembrada al vuelo, esto trae como consecuencia una menor implantación del componente leguminosa. Concuerda con Pautasso (2010) quien menciona que en general las leguminosas con siembras que superan el centímetro de profundidad presentan una muy baja emergencia.

Por otra parte, en los cuadros siguientes se observa la composición botánica del remanente promedio en todo el período evaluado. El componente leguminosas para todos los tratamientos es menor en comparación con la contribución que aporta este componente en el disponible, esta disminución es explicada por la selectividad de los animales que tienen para con las leguminosas debido a su mayor calidad y palatabilidad frente a las gramíneas, significando un aumento de las últimas en la composición del remanente. También se observa un incremento de los restos secos en la composición del remanente explicado nuevamente por la selectividad del animal por el forraje vivo.

Cuadro No. 10. Composición botánica promedio en todo el período experimental del forraje remanente para cada mezcla

<b>Mezcla</b>	<b>%Gramíneas</b>	<b>%Leguminosas</b>	<b>%Malezas</b>	<b>%Restos secos</b>
<b>Festuca - lotus</b>	61,4 A	20,2 B	15,1 A	3,3 B
<b>Raigrás - trébol rojo</b>	60,6 A	27,4 A	3,4 B	8,7 A

Medias con una letra común entre filas dentro de cada columna no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Cuadro No. 11. Composición botánica promedio en todo el período experimental del forraje remanente para cada método de siembra

<b>Método de siembra</b>	<b>%Gramíneas</b>	<b>%Leguminosas</b>	<b>%Malezas</b>	<b>%Restos secos</b>
<b>Misma línea</b>	64,8 A	21,9 B	7,3 B	6,0 A
<b>Gram.L y Leg.V</b>	59,5 A	27,1 A	8,5 A B	4,9 A
<b>Cruzadas</b>	58,7 A	22,3 A B	11,9 A	7,1 A

Medias con una letra común entre filas dentro de cada columna no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Gramínea sembrada en línea (Gram.L). Leguminosa sembrada al vuelo (Leg.V).

#### 4.2.4. Forraje desaparecido

En el siguiente cuadro se muestra el forraje desaparecido total del experimento, obtenido para cada mezcla forrajera

Cuadro No. 12. Forraje desaparecido total en kg/ha de MS de cada mezcla

<b>Mezcla</b>	<b>Total</b>
<b>Raigrás - trébol rojo</b>	6844 A
<b>Festuca - lotus</b>	2317 B

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

Se encontraron diferencias entre mezclas para el forraje desaparecido, siendo mayor en raigrás - trébol rojo debido a la mayor producción ya antes vista en el disponible (ver cuadro No. 4). El mayor vigor inicial de la mezcla raigrás-trébol rojo y las mayores tasas de crecimiento generaron esta diferencia de producción y por tanto una mayor cantidad de forraje desaparecido.

En cuanto al método de siembra no hay diferencias significativas, obteniendo una media de 4580,4 kg/MS/ha de desaparecido con un error experimental de 244,8 kg/MS/ha (ver anexo No. 7). Esto era de esperarse debido a que presentaron la misma producción en el disponible.

Como se puede apreciar en la siguiente gráfica los porcentajes de utilización total son elevadamente mayores para raigrás - trébol rojo.

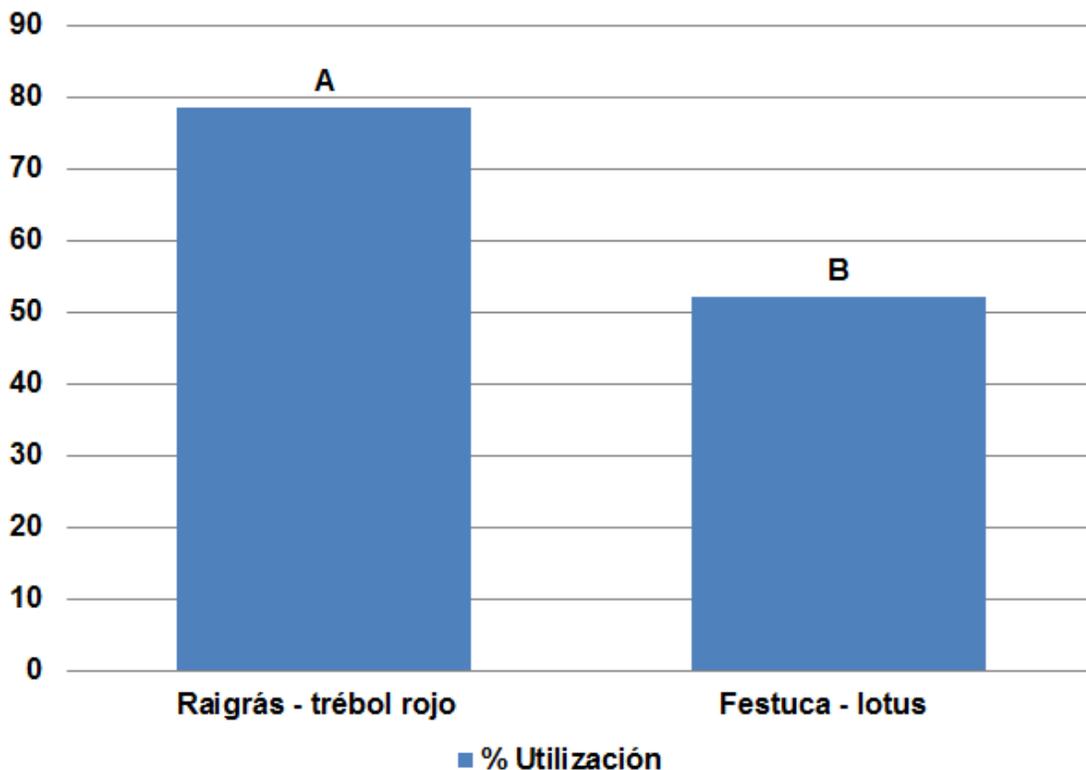


Figura No. 6. Porcentaje de utilización total del forraje para cada mezcla

La utilización total promedio entre mezcla fue significativamente mayor con un 26% más en la mezcla raigrás - trébol rojo frente a festuca – lotus. Esto estaba previsto ya que la materia seca del disponible fue cercana al doble para la primera mezcla mencionada. Esta mayor utilización también se da por la elevada calidad de esta mezcla, concordando con Carámbula (2007) quien afirma que el raigrás es de las especies forrajeras con mayor valor nutritivo en comparación a la festuca, que en etapas avanzadas la falta de apetecibilidad limita su utilización. También coincide con Romero (1989) quien menciona que la mezcla de raigrás – trébol rojo arrojan buenos valores de producción y elevada calidad bajo pastoreo, siendo una mezcla idónea para rotaciones cortas.

En cuanto a los porcentajes de utilización para los métodos de siembra, fueron muy similares, no presentando diferencias con una media de 65,3 % con un error experimental de 1,5 % (ver anexo No. 8). Esto concuerda con el disponible ofrecido total visto anteriormente en cada método, donde tampoco se encontró diferencias estadísticas.

#### 4.2.5. Producción de materia seca

A continuación, se presentan las tasas de crecimiento promedio en todo el período experimental para las mezclas y métodos de siembra, con la evolución respectiva en el período experimental y producción de forraje total.

Cuadro No. 13. Tasa de crecimiento promedio para cada mezcla expresado en kgMS/ha/día

<b>Mezcla</b>	<b>Todo el período</b>
<b>Raigrás - trébol rojo</b>	48,6 A
<b>Festuca – lotus</b>	17,3 B

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

Como se puede observar, la tasa de crecimiento fue significativamente mayor para raigrás - trébol rojo, esto es era de esperarse que sucediera siendo que esta mezcla presenta especies con altas tasas de crecimiento, donde coincide con observado por Ayala et al. (2010) quienes mencionan las altas tasas de crecimiento que presenta el cultivar E 116 de trébol rojo en primavera.

En cuanto a las tasas de aparición de hojas es mayor en raigrás comparado con festuca, esto permite la mayor tasa de crecimiento mencionada y los niveles de producción en disponible logrados entre una mezcla y otra. Como se puede ver en los datos mostrados por Gao y Wilman (1994) en condiciones experimentales de 14,5 °C, reflejan que el filocrono para *Festuca arundinacea* es de 168 °C días y para *Lolium multiflorum* es de 114 °C días, logrando esta última especie más hojas en menos días. Esto permite tener un rápido rebrote. Según Carámbula (2007) los raigrases anuales son plantas muy macolladoras y con un rápido rebrote debido a su activo proceso de macollaje.

Tasas de crecimiento en gramíneas evaluadas por García (2003), la comparación de especies de distinto largo de vida, demuestra que son mayores las tasas de crecimiento en gramíneas anuales frente a gramíneas perennes, obteniendo en raigrás 60-65 kg/MS/ha/día de crecimiento, estando por encima de los 45-50 kg/MS/ha/día en festuca.

En cuanto a las tasas de crecimiento de leguminosas en su primer año de vida vistas por Díaz (1996), resultó menor en lotus, donde obtuvo 31 kg/MS/ha/día y mayor para trébol rojo con 72 kg/MS/ha/día.

Esto evidencia los resultados encontrados en las mezclas utilizadas, donde la mezcla de raigrás - trébol rojo, la componen la gramínea y leguminosa con mayor potencial de crecimiento demostrando una mayor eficiencia fotosintética, determinando que sea la mezcla de mayores tasas de crecimiento.

Los métodos de siembra no dieron diferencias significativas obteniendo una media de 32,9 kg/MS/ha/día con un error experimental de 2 kg/MS/ha/día (ver anexo No. 9).

Como se puede observar en la siguiente gráfica las tasas de crecimiento se hicieron máximas en la estación de primavera, dado que aumenta la radiación y las temperaturas medias, provocando que la aparición de nuevas hojas (filocrón) suceda en menos tiempo. Es de considerar que en esta estación las especies se encuentran en activo crecimiento debido al pasaje reproductivo.

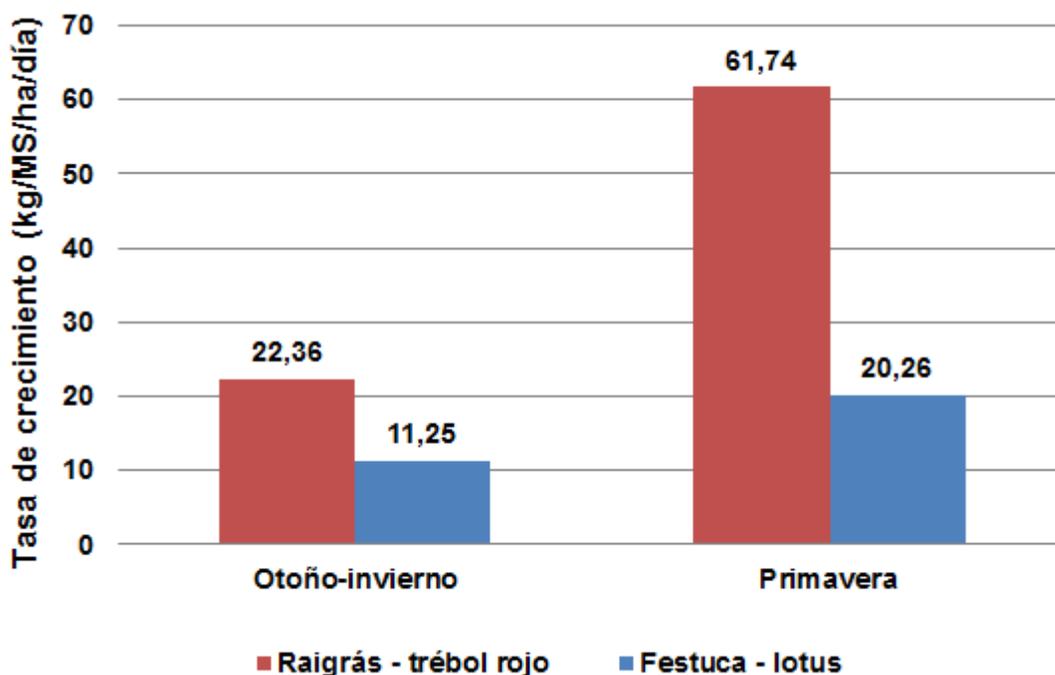


Figura No. 7. Tasa de crecimiento promedio de las mezclas forrajeras en cada periodo estacional

Existieron diferencias significativas en ambos periodos entre mezclas para tasas de crecimiento, siendo superior en la mezcla raigrás – trébol rojo. En cuanto a la evolución se observa que ambas mezclas siguen una tendencia creciente, sin embargo, raigrás - trébol rojo presenta un crecimiento más marcado en el

pasaje de un período a otro, teniendo un incremento de 40 kg/MS/ha/día, mientras que en la mezcla de festuca con lotus el incremento es de 9 kg/MS/ha/día cuando pasan de otoño-invierno a primavera.

En el período de implantación, las bajas temperaturas en el invierno, determinan que la producción de forraje en el período otoño-invierno del primer año sea reducida. Con el aumento progresivo de la temperatura y mayor luminosidad, se da el aumento de las tasas de crecimiento observadas en primavera. En esta época se lleva a cabo el pasaje a estado reproductivo de las especies, determinando una mayor incidencia de luz en los estratos inferiores de la pastura, generando más cantidad de fotoasimilados y por tanto una mayor traslocación a la parte aérea de la planta, aumentando el volumen de biomasa.

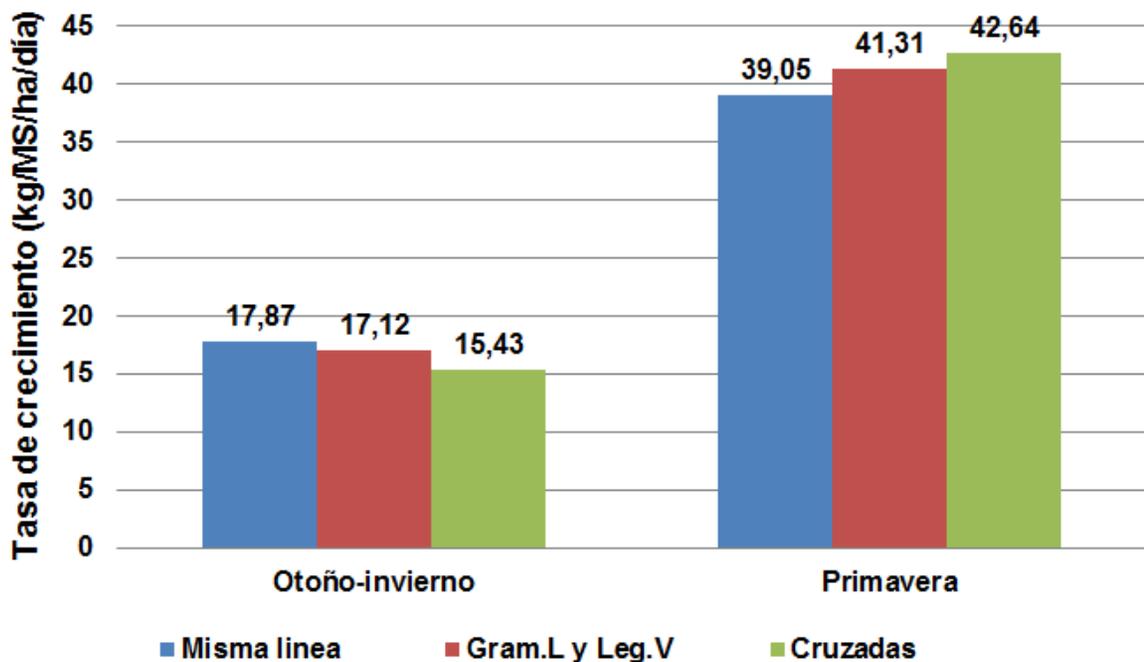


Figura No. 8. Tasa de crecimiento promedio de los métodos de siembra en cada periodo estacional

Como se puede observar, la tasa de crecimiento tiene una evolución similar para todos los métodos de siembra, la diferencia ocurrió con la siembra en la misma línea siendo superior en el período otoño-invierno frente a la siembra cruzada (ver anexo No. 9). Esto se ve correlacionado con la menor implantación que tuvo la siembra cruzada, evaluada en el trabajo de Etcheverry et al. (2020). En cuanto a la primavera no se registraron diferencias significativas entre métodos.

Cuadro No. 14. Producción de forraje total para cada mezcla expresado en kg/MS/ha

<b>Mezcla</b>	<b>Total</b>
<b>Raigrás - trébol rojo</b>	7985,4 A
<b>Festuca - lotus</b>	3107,2 B

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

Como ya se observó la mayor producción en disponible y mayores tasas de crecimiento de raigrás - trébol rojo explican estos resultados de producción de forraje. Coincidiendo con Formoso (2011) quien menciona que, según estudios realizados sobre el comportamiento de mezclas forrajeras, las que presentan trébol rojo como el componente leguminosa son las que alcanzan mayores producciones de forraje.

Las producciones observadas en este trabajo no coinciden con Formoso (1996), donde obtuvo para la mezcla avena – raigrás – trébol rojo 6100 kg/MS/ha y para la mezcla festuca – trébol blanco – lotus 4200 kg/MS/ha, cabe destacar que las mezclas no son exactamente las mismas.

En cuanto al forraje producido en los distintos métodos de siembra no se encontraron diferencias, obteniendo una media de 5546,3 kg/MS/ha con un error experimental de 264,2 kg/MS/ha (ver anexo No. 10). No hubo diferencias en la producción de forraje, como tampoco en las tasas de crecimiento.

#### 4.2.6. Suelo descubierto

A continuación, se presentan los valores de porcentaje de suelo descubierto promedio total en ambas mezclas y métodos de siembras, medido para el disponible y remanente.

Cuadro No. 15. Porcentaje del suelo descubierto promedio en cada mezcla en todo el período experimental para forraje disponible y remanente

<b>Mezcla</b>	<b>%S.D del disponible</b>	<b>%S.D del remanente</b>
<b>Raigrás - trébol rojo</b>	1,3 A	14,9 A
<b>Festuca - lotus</b>	0,4 B	9,6 B

Medias con una letra común entre filas dentro de cada columna no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Como se puede apreciar tanto en el disponible como para el remanente, el porcentaje de suelo descubierto es significativamente menor en festuca -lotus. Estos resultados de suelo descubierto encuentran relación con el forraje remanente (ver cuadro No. 7), el mayor forraje remanente que obtuvo la mezcla festuca-lotus generó un menor porcentaje de área de suelo descubierto. Se puede explicar por el hábito de crecimiento de la festuca, especie cespitosa a rizomatosa (Carámbula, 2007), pudiendo formar matas y cubrir en mayor medida el suelo, mientras que el raigrás y trébol rojo tienen un porte más erecto dejando áreas del suelo más descubiertas. En las últimas mediciones se apreció la senescencia de raigrás por ser esta una especie anual, determinó que la mezcla presentó más área de suelo descubierta por la menor producción.

Cuadro No. 16. Porcentaje del suelo descubierto promedio en cada método de siembra en todo el período experimental para forraje disponible y remanente

<b>Método de siembra</b>	<b>%S.D del disponible</b>	<b>%S.D del remanente</b>
<b>Misma línea</b>	<b>0,9 A</b>	<b>13,5 A</b>
<b>Gram.L y Leg.V</b>	<b>1,1 A</b>	<b>12,8 A</b>
<b>Cruzadas</b>	<b>0,67 A</b>	<b>10,5 B</b>

Medias con una letra común entre filas dentro de cada columna no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Como se puede observar la siembra en forma cruzada obtuvo significativamente menor porcentaje de suelo desnudo para el forraje remanente, este método de siembra permite aprovechar más los espacios cubriendo en mayor medida el área de suelo, dejando menor espacio entre las líneas de siembra.

El suelo desnudo en el forraje disponible no dio una diferencia significativa, esto se pudo deber a que no se puede apreciar visualmente la base del forraje debido al volumen producido.

## 5. CONCLUSIONES

El largo de vida de la mezcla generó diferencias significativas en producción de forraje y composición botánica. La mezcla corta de raigrás – trébol rojo obtuvo mayor producción, menor porcentaje de malezas y mayor contribución de leguminosas frente a la mezcla larga festuca – lotus. La alta precocidad de los componentes de dicha mezcla corta, vigor inicial y mayores tasas de crecimiento, generaron estas diferencias.

Los métodos de siembra para las mezclas presentaron diferencias en la composición botánica. La siembra con gramínea en línea y leguminosa al voleo benefició más a la componente leguminosa que al de gramínea.

La producción de forraje entre métodos no generó diferencias, siendo indiferente el método de siembra utilizado, la siembra cruzada no obtuvo beneficios de producción, siendo no recomendable debido al costo incremental de la misma.

Estos resultados obtenidos son del primer año de vida de la pastura y para estas dos mezclas forrajeras. Es aconsejable continuar la investigación para evaluar si el comportamiento observado continúa por mayor tiempo.

## 6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (UdelaR. Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay) durante los meses comprendidos entre abril y noviembre del año 2019. El año evaluado presentó 200 mm más que el registro histórico y el balance hídrico anual no muestra grandes problemas para la correcta producción y persistencia de las pasturas. Se realizó un experimento mediante un diseño completamente al azar en bloques para evaluar el impacto de distintos métodos de siembras en dos mezclas (cada una conformada por un componente leguminosa y otro gramínea) con distinto largo de vida sobre la producción y composición botánica de las mismas. Se evaluó la siembra en línea de la gramínea y al voleo de la leguminosa, la siembra en línea de ambas y la siembra cruzada de las dos especies. Las mezclas evaluadas constaron de una de vida corta (*Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense*) y otra de vida larga (*Festuca arundinacea* y *Lotus corniculatus*). La combinación de mezcla y método de siembra da un total de seis tratamientos representando una parcela individualmente. Cada parcela se repitió tres veces, totalizando cada bloque, seis parcelas, y dando un total de 18 parcelas para todo el diseño experimental. Los bloques se evaluaron bajo pastoreo rotativo con treinta terneros de raza Holando. Los resultados evidenciaron diferencias en producción entre los largos de vida de las mezclas, a favor de la mezcla corta (raigrás – trébol rojo), consecuencia de las mayores tasas de crecimiento y vigor inicial de las especies sembradas, resultando en una mayor utilización de la mezcla. Por otro lado, la composición botánica de la mezcla corta denotó un menor porcentaje de malezas debido a la buena competencia de la mezcla en comparación a la mezcla perenne. En cuanto a los métodos de siembra utilizados, no existieron diferencias significativas para la producción de forraje. Se evidenciaron diferencias en la composición botánica, con mayor proporción de la componente leguminosa, cuando se utilizó el método de siembra con gramínea en línea y leguminosa al voleo en comparación a los otros dos métodos.

Palabras clave: Mezcla; Siembra; Producción; Desarrollo; Gramínea; Leguminosa.

## 7. SUMMARY

The current work was carried out at the Experimental Station “Dr. Mario A. Cassinoni ”(UdelaR. Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay) during the months between April and November of the year 2019. The evaluated year presented 200 mm more than the historical record and the annual water balance does not show large problems for the correct production and persistence of pastures. An experiment was carried out through a completely randomized design in blocks to evaluate the impact of different sowing methods in two mixtures (each one made up of a legume component and another grass) with different length of life on their production and botanical composition. The line sowing of the grass and the legume broadcast, the line sowing of both and the cross sowing of the two species were evaluated. The evaluated mixtures consisted of a short-lived one (*Lolium multiflorum* and *Trifolium pratense*) and a long-lived one (*Festuca arundinacea* and *Lotus corniculatus*). The combination of mixing and planting method gives a total of six treatments representing an individual plot. Each plot was repeated three times, totaling each block, six plots, and giving a total of 18 plots for the entire experimental design. The blocks were evaluated under rotary grazing with thirty calves of the Holando breed. The results showed differences in production between the long life of the mixtures, in favor of the short mixture (ryegrass - red clover), consequence of the higher growth rates and initial vigor of the sown species, resulting in a greater use of the mixture. On the other hand, the botanical composition of the short mix denoted a lower percentage of weeds due to the good competition of the mix compared to the perennial mix. Regarding the sowing methods used, there were no significant differences for forage production. Differences were observed in the botanical composition, with a higher proportion of the legume component, when the sowing method with grass in line and broadcast legume was used compared to the other two methods.

Key words: Mixture; Sowing; Production; Development; Grass; Leguminous.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agustoni, F.; Bussi, C.; Shimabukuro, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.
2. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echevarría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
3. Altier, N. 2010. Enfermedades de pasturas. In: Altier, N.; Rebuffo, M.; Cabrera, K. eds. Enfermedades y plagas en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 19-35 (Serie Técnica no. 183).
4. Alzugaray, R.; Ribeiro, A. 2000. Insectos en pasturas. In: Zerbino, M.; Ribeiro, A. eds. Manejo de plagas en pasturas y cultivos. Montevideo, INIA. pp. 13-28 (Serie Técnica no. 112).
5. Aritzia, J. 2015. Instalación y manejo de praderas. (en línea). Montevideo, Uruguay, Plan Agropecuario. 32 p. Consultado nov. 2020. Disponible en <http://www.planagropecuario.org.uy/uploads/librillos/31/files/assets/basic-html/page1.html>
6. Avendaño, J. C.; Borel, R.; Cubillos, G. 1986. Período de descanso y asignación de forraje en la estructura y utilización de varias especies de una pradera naturalizada. Turrialba. 36 (2):137-148.
7. Ayala, W.; Bemhaja, M.; Cotro, B.; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C.; Silva, J. 2010. Catálogo de cultivares 2010: forrajeras. Montevideo, Uruguay, INIA. 131 p. (Otros Documentos no. 38).
8. 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.
9. \_\_\_\_\_; 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.

10. Blanco, C. 2008. Establecimiento de gramíneas forrajeras perennes en basalto en siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 119 p.
11. Bobadilla, S. 2010. Implantación de pasturas en el Noroeste del Chubut. (en línea). Esquel, INTA. pp. 167-170. Consultado 21 dic. 2014. Disponible en [http://inta.gob.ar/documentos/implantacion-depasturas-en-el-noroeste-delchubut/at\\_multi\\_download/file/INTA\\_ganaderia37\\_pasturas.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/implantacion-depasturas-en-el-noroeste-delchubut/at_multi_download/file/INTA_ganaderia37_pasturas.pdf)
12. Brancato, A.; Panissa, R. J.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 84 p.
13. Brougham, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Australian Journal of Agricultural Research. 7 (5):377-387.
14. Brown, D. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Hurley, Berks, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. pp. 42-79 (Bulletin no. 42).
15. Campbell, A. G. 1966. Grazed pasture parameters. Journal Agriculture Science. 67:199-221.
16. Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
17. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
18. \_\_\_\_\_. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 45 p. (Serie Técnica no. 19).
19. \_\_\_\_\_. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
20. \_\_\_\_\_. 2002. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
21. \_\_\_\_\_. 2004. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.

22. \_\_\_\_\_. 2007. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
23. \_\_\_\_\_. 2008. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
24. \_\_\_\_\_. 2010a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
25. \_\_\_\_\_. 2010b. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
26. Chapman, D. F.; Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plants regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress (17<sup>th</sup>., 1993, Palmerston North, New Zealand). Proceedings. Palmerston North, New Zealand Grassland Association. pp. 95-104.
27. Chilibroste, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26<sup>as</sup>., 1998, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
28. \_\_\_\_\_.; Soca, P.; De Armas, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangüé. no. 27:15-17.
29. Colabelli, M.; Agnusdei, M.; Mazzanti.; Labreveux, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. INTA. Boletín Técnico no. 148. 12 p.
30. Cullen, B. R.; Chapman, D. F.; Quigley, P. E. 2006. Comparative defoliation tolerance of temperate perennial grasses. Grass and Forage Science. 61 (4):405-412.
31. De Souza, P.; Presno, J. 2013. Productividad invierno - primaveral de praderas mezclas con *Festuca arundinacea* o *Dactylis glomerata* en su tercer año pastoreadas con novillos holando con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 110 p
32. Díaz Lago, J. 1996. Crecimiento de leguminosas en la Estanzuela. Montevideo, INIA. pp. 1-12 (Serie Técnica no. 71).

33. Donaghy, D. J.; Fulkerson, W. J. 1998. Priority for allocation of watersoluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. Grass and Forage Science. 53 (3):211-218.
34. Ernst, O.; Siri-Prieto, G. 2008. Sistemas de laboreo y rotación de cultivos en Uruguay; resumen de resultados. Cangüé. no. 30:2-8.
35. Escuder, C. 1996. Manejo de la defoliación. Efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
36. Etcheverry, R.; Etcheverry, R.; González J. 2020. Implantación y producción inicial de dos mezclas forrajeras con diferentes sistemas de siembra. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 99 p.
37. Formoso, F. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80)
38. \_\_\_\_\_. 2008. Instalación de pasturas. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 125:52-56. Consultado 25 feb. 2015. Disponible en [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R125/R\\_125\\_52.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R125/R_125_52.pdf)
39. \_\_\_\_\_. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, Uruguay, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182)
40. Fulkerson, W. J.; Slack, K. 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*; 2. Effect of defoliation frequency and height. Grass and Forage Science. 50 (1):16-20.
41. García, J. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, Uruguay, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).
42. 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):188-202.

43. Gastal, F.; Lemaire, G.; Lestienne, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilisation. *In*: Simposio em Ecofisiologia das Pastagens e Ecologia do Pastejo (2º., 2004, Curitiba). Trabalhos apresentados. s.n.t. s.p.
44. Grant, S. A.; Barthram, G. I.; Torvell, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. *Grass and Forage Science*. 36:155-168.
45. Gutiérrez, F.; Calistro, E. 2013. *Festuca arundinacea* INIA Aurora e INIA Fortuna: nuevos cultivares para aumentar la estabilidad de las pasturas perennes. *Revista El Tambo*. no. 193:70-75.
46. Harris, W.; Lazenby, A. 1974. Competitive interaction of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. *Australian Journal of Agricultural Research*. 25 (2):227-246.
47. Heitschmidt, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management*. 40:216-223.
48. 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.
49. \_\_\_\_\_. 1990. *Grazing management: science into practice*. New York, Longman. 203 p.
50. INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). 2015. Catálogo. (en línea). Montevideo, Uruguay. 106 p. Consultado mar. 2020. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/Evaluacion\\_EF/Ano2015/PubForrajasPeríodo2015.pdf](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2015/PubForrajasPeríodo2015.pdf)
51. \_\_\_\_\_. 2019. Catálogo. (en línea). Montevideo, Uruguay. 109 p. Consultado mar. 2020. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/Evaluacion\\_EF/Ano2019/PubForrajasPeríodo2019\\_FINAL.pdf](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2019/PubForrajasPeríodo2019_FINAL.pdf)
52. Johns, G. G. 1974. A soil water use relationship for incorporation in model simulation of dryland herbage production. *In*: *International Grassland Congress (12<sup>th</sup>, 1974, Moscow)*. *Proceedings*. s.n.t. cap. 2, pp. 659- 666.

53. Kemp, D. R.; Dowling, P. M. 2000. Towards sustainable temperate perennial pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 40 (2):125-132.
54. Langer, R. H. M. 1981a. Crecimiento de gramíneas y tréboles. In: Langer, R. H. M. ed. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 47-74.
55. \_\_\_\_\_. 1981b. Especies y variedades de gramíneas. In: Langer, R. H. M. ed. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 75-96.
56. 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, Visçosa)*. Proceedings. Visçosa, Universidad Federal de Visçosa. pp. 117-144.
57. Lombardo, S. 2012. Asignación de forraje ¿Cuánto pasto hay que ofrecer a los animales? (en línea). *Revista del Plan Agropecuario*. no. 143:32-35. Consultado may. 2020. Disponible en [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R143/R143\\_32.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R143/R143_32.pdf)
58. Mc Bratney, J. 1987. Effect of fertilizer nitrogen on six-year-old red clover/perennial grass swards. *Grass and Forage*. 42(2):147-152.
59. Moliterno, E. A. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento de mezclas forrajeras en su primer año. *Agrociencia (Montevideo)*. 1 (1):40-52.
60. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: *International Grassland Congress (8<sup>th</sup>, 1960, Oxford)*. Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606-611.
61. Muslera, E.; Ratera, C. 1984. *Praderas y forrajes*. Madrid, ES, Mundi-Prensa. 702 p.
62. Nabinger, C. 1996. Eficiencia do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: *Simposio sobre Manejo da Pastagem (14<sup>o</sup>, 1996, Piracicaba)*. Fundamentos do pastejo rotacionado. Piracicaba, Brasil, ESALQ. pp. 213-251.
63. Olmos. 2001. *Mejoramiento de pasturas con Lotus en la región Noreste*. Montevideo, INIA. 48 p. (Serie Técnica no. 124).

64. Oriella, N.; Nolberto, P. 2006. Manejo del establecimiento de praderas. (en línea). s.l., INIA Carillanca. 26 p. Consultado 26 mar. 2020. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7005/NR31863.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
65. Otondo, J.; Cicchino, M.; Calvetty, M. 2008. Mezclas base alfalfa en un sistema de invernada de la Cuenca del Salado. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 6 p. Consultado mar. 2020. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_alfalfa/115-Alfalfa.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/115-Alfalfa.pdf)
66. Parga, J. 2009. Manejo del pastoreo con vacas lecheras. (en línea). El Informativo Remehue 35(75):s.p. Consultado mar. 2020. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40672.pdf>
67. Parsons, A. J.; Penning, P. D. 1988. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. *Grass and Forage Science*. 43 (1):15-27.
68. \_\_\_\_\_; Harvey, A.; Woledge, J. 1991. Plant-animal interactions in a continuously grazed mixture. 1. Differences in the physiology of leaf expansion and the fate of leaves of grass and clover. *Journal of Applied Ecology*. 28:619-634.
69. Pautasso, J. 2013. Implantación de pasturas base alfalfa. (en línea). Paraná, INTA. 1 p. Consultado 10 mar. 2015. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/implantacion-de-pasturas-basealfalfa>
70. Pearce, R. B.; Browing, R. H.; Blaser, R. E. 1965. Relationships between leaf area index, light interception and net photosynthesis in orchardgrass. *Crop Science*. 5:553-556.
71. Piñeiro, J.; Harris, W. 1978. Performance of mixtures of ryegrass cultivars and prairie grass with red clover cultivars under two 108 grazing frequencies. I. Herbage production in the establishment year. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 21:83-92.
72. \_\_\_\_\_; Díaz, N.; Pérez, M. 2001. Raigrás italiano. *Agricultura*. 827:437-443.

73. Ríos, A. 1996. Consideraciones para el manejo eficiente de las malezas en forrajeras. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 77-84 (Serie Técnica no. 80).
74. Romero, A. 1989 Evaluación de mezclas con *Trifolium pratense* bajo pastoreo. (en línea). Rafaela, Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Argentina. 9 p. (Publicación Técnica no. 48). Consultado mar. 2020. Disponible en [http://rafaela.inta.gov.ar/info/pubtecnicas/inta\\_rafaela\\_publicacion\\_tecnica\\_048.pdf](http://rafaela.inta.gov.ar/info/pubtecnicas/inta_rafaela_publicacion_tecnica_048.pdf)
75. Saldanha, S.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2010. Intensidad del pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv Horizon. Agrociencia (Montevideo). 14 (1):44-54
76. Santiñaque, F.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. 2:16-21.
77. Scheneiter, O. s.f. Pasturas mixtas. Base festuca alta y base alfalfa. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 5 p. Consultado mar. 2020. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/143-festuca\\_alfa\\_4.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/143-festuca_alfa_4.pdf)
78. \_\_\_\_\_.; Pagano, E. 1998. Producción de forraje y composición botánica de pasturas mixtas de festuca y trébol blanco fertilizadas con nitrógeno. Revista de Tecnología Agropecuaria. 3 (9):10-14.
79. \_\_\_\_\_. 2000. Mezclas de especies forrajeras templadas. Forrajes y granos. Agribusiness Journal. 5 (53):185-192.
80. \_\_\_\_\_. 2005. Mezclas de especies forrajeras perennes templadas. In: Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina). Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. pp. 1-5
81. Sheath, G.; Hay, R.; Giles, K. 1987. Managing pastures for grazing animals. In: Nicol, A. ed. Livestock feeding on pasture. Auckland, New Zealand Society of Animal production. pp. 65-74 (Occasional publication no. 10).

82. Smetham, M. L. 1981. Especies y variedades de leguminosas forrajeras. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 97-148
83. Soca, P.; Chilbroste, P. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años: aportes desde la EEMC. Cangüé. no. 30:36- 44.
84. Terra, J.; García Préchac, F. 1998. Uso de tecnología de siembra directa en renovación de pasturas degradadas con gramilla (*Cynodon dactylon*). In: Jornada Anual de Producción Animal (1998, Treinta y Tres). Resultados experimentales 1997-1998. Montevideo, INIA. pp. 67- 76 (Actividades de Difusión no. 172).
85. Velasco, M. E.; Hernández, A.; González, V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. Técnica Pecuaria en México. 43 (2):247-258.
86. Zanoniani, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangüé. no. 15:13-17.
87. \_\_\_\_\_; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25:5-11.
88. \_\_\_\_\_; Boggiano, P.; Cadenazzi, M.; Silveira, D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos (21ª., 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.

## 9. ANEXOS

### Anexo No. 1. Balance hídrico para el período experimental

	P (mm)	ETP	P- ETP	Alm.	Var. Alm.	ETR	Def. (mm)	Exc. (mm)
<b>Marzo</b>				0/110				
<b>Abril</b>	70,6	76	-5,4	0	0	70,6	-5,4	0
<b>Mayo</b>	99,7	50	49,7	49,7	49,7	50	0	0
<b>Junio</b>	202,4	41	161,4	110	60,3	41	0	101,1
<b>Julio</b>	28,2	53	-24,8	85,2	-24,8	53	0	0
<b>Agosto</b>	104,4	68	36,4	110	24,8	68	0	11,6
<b>Septiembre</b>	36,8	102	-65,2	44,8	-65,2	102	0	0
<b>Octubre</b>	205,8	52	153,8	110	65,2	52	0	88
<b>Noviembre</b>	98,6	135	-36,4	73,6	-36,4	135	0	0

### Anexo No. 2. Cantidad de MS disponible

#### Forraje disponible otoño-invierno (kg/MS/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Disp. Kg/Ha	18	0,95	0,92	10,30

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9679967,44	7	1382852,49	27,76	<0,0001
Bloque	25503,92	2	12751,96	0,26	0,7790
Mezcla	9240385,24	1	9240385,24	185,52	<0,0001
Método de siembra	296721,38	2	148360,69	2,98	0,0966
Mezcla*método de siembra	117356,89	2	58678,44	1,18	0,3472
Error	498074,23	10	49807,42		
Total	10178041,67	17			

#### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=190,68190

Error: 49807,4233 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 2883,40 9 74,39 A

F. y L. 1450,42 9 74,39 B

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

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=297,9614**

Error: 49807,4233 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea 2299,83 6 91,11 A

Gram.L. y Leg.V. 2207,57 6 91,11 A B

Cruzadas 1993,32 6 91,11 B

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

**Forraje disponible primavera (kg/MS/ha)**

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

Disp. Kg/Ha 18 0,95 0,91 10,32

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	9076053,48	7	1296579,07	26,02	<0,0001
Bloque	103190,80	2	51595,40	1,04	0,3902
Mezcla	8911389,52	1	8911389,52	178,84	<0,0001
Método de siembra	24395,71	2	12197,86	0,24	0,7874
Mezcla*método de siembra	37077,45	2	18538,73	0,37	0,6985
Error	498274,46	10	49827,45		
Total	9574327,94	17			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=190,72022**

Error: 49827,4460 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 2865,69 9 74,41 A

F. y L. 1458,46 9 74,41 B

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

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=298,02136**

Error: 49827,4460 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Cruzadas 2189,03 6 91,13 A

Gram.L. y Leg.V. 2187,17 6 91,13 A

Misma línea 2110,02 6 91,13 A

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

### Forraje disponible total (kg/MS/ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Disp. Kg/Ha	18	0,96	0,94	8,51

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	9118479,24	7	1302639,89	38,44	<0,0001
Bloque	71493,97	2	35746,99	1,05	0,3840
Mezcla	9020429,91	1	9020429,91	266,19	<0,0001
Método de siembra	15607,50	2	7803,75	0,23	0,7984
Mezcla*método de siembra	10947,85	2	5473,93	0,16	0,8530
Error	338866,05	10	33886,61		
Total	9457345,29	17			

### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=157,28107

Error: 33886,6051 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 2871,59 9 61,36 A

F. y L. 1455,78 9 61,36 B

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

### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=245,76901

Error: 33886,6051 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Gram.L. y Leg.V. 2193,97 6 75,15 A

Misma línea 2173,29 6 75,15 A

Cruzadas 2123,79 6 75,15 A

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

### Anexo No. 3. Altura disponible

#### Altura en otoño-invierno del disponible (cm)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Alt. disp.	18	0,85	0,75	13,36

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	460,74	7	65,82	8,33	0,0017
Bloque	45,15	2	22,57	2,86	0,1044
Mezcla	402,14	1	402,14	50,89	<0,0001
Método de siembra	10,92	2	5,46	0,69	0,5236
Mezcla*método de siembra	2,53	2	1,27	0,16	0,8542
Error	79,03	10	7,90		
Total	539,77	17			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,40185**

Error: 7,9025 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 25,77 9 0,94 A

F. y L. 16,32 9 0,94 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=3,75315**

Error: 7,9025 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea 22,09 6 1,15 A

Gram.L. y Leg.V. 20,83 6 1,15 A

Cruzadas 20,23 6 1,15 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Altura en primavera del disponible (cm)**Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CVAlt. disp. 18 0,33 0,00 8,24**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24,78	7	3,54	0,72	0,6612
Bloque	15,37	2	7,68	1,56	0,2578
Mezcla	3,17	1	3,17	0,64	0,4417
Método de siembra	1,89	2	0,95	0,19	0,8284
Mezcla*método de siembra	4,35	2	2,18	0,44	0,6554
Error	49,35	10	4,93		
Total	74,12	17			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,89796**

Error: 4,9346 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 27,36 9 0,74 A

F. y L. 26,53 9 0,74 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,96578**

Error: 4,9346 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Gram.L. y Leg.V. 27,30 6 0,91 A

Cruzadas 27,03 6 0,91 A

Misma línea 26,51 6 0,91 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Altura en el total del disponible (cm)**Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CVAlt. disp. 18 0,69 0,47 7,76**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	82,03	7	11,72	3,11	0,0509
Bloque	18,79	2	9,39	2,50	0,1319
Mezcla	61,98	1	61,98	16,47	0,0023
Método de siembra	0,47	2	0,23	0,06	0,9400
Mezcla*método de siembra	0,79	2	0,40	0,11	0,9010
Error	37,62	10	3,76		
<u>Total</u>	<u>119,65</u>	<u>17</u>			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,65716**

Error: 3,7619 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 26,83 9 0,65 A

F. y L. 23,12 9 0,65 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,58950**

Error: 3,7619 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Gram.L. y Leg.V. 25,14 6 0,79 A

Misma línea 25,04 6 0,79 A

Cruzadas 24,76 6 0,79 A

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

#### **Anexo No. 4. Cantidad de MS remanente**

##### **Forraje remanente otoño-invierno (kg/MS/ha)**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Rem. Kg/Ha	18	0,48	0,12	13,20

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	120965,62	7	17280,80	1,32	0,3323
Bloque	19450,42	2	9725,21	0,74	0,4997
Mezcla	2486,30	1	2486,30	0,19	0,6720
Método de siembra	34445,11	2	17222,56	1,32	0,3104
Mezcla*método de siembra	64583,79	2	32291,90	2,47	0,1342
Error	130667,44	10	13066,74		
Total	251633,07	17			

##### **Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=97,66661**

Error: 13066,7442 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

F. y L. 877,69 9 38,10 A

Rg. y Tr. 854,19 9 38,10 A

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

##### **Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=152,61485**

Error: 13066,7442 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea 919,24 6 46,67 A

Gram.L. y Leg.V. 866,50 6 46,67 A

Cruzadas 812,09 6 46,67 A

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

##### **Forraje remanente primavera (kg/MS/ha)**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Rem. Kg/Ha	18	0,90	0,83	11,00

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	295783,78	7	42254,83	12,79	0,0003
Bloque	211915,30	2	105957,65	32,06	<0,0001
Mezcla	74129,18	1	74129,18	22,43	0,0008
Método de siembra	9081,45	2	4540,72	1,37	0,2970
Mezcla*método de siembra	657,85	2	328,92	0,10	0,9061
Error	33044,96	10	3304,50		
Total	328828,74	17			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=49,11510**

Error: 3304,4959 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

F. y L. 586,55 9 19,16 A

Rg. y Tr. 458,21 9 19,16 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=76,74776**

Error: 3304,4959 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea 552,99 6 23,47 A

Cruzadas 514,43 6 23,47 A

Gram.L. y Leg.V. 499,72 6 23,47 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Forraje remanente total (kg/MS/ha)**Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CVRem. Kg/Ha 18 0,88 0,79 7,74**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	175772,46	7	25110,35	10,32	0,0007
Bloque	117904,74	2	58952,37	24,24	0,0001
Mezcla	39256,02	1	39256,02	16,14	0,0024
Método de siembra	13320,71	2	6660,35	2,74	0,1126
Mezcla*método de siembra	5290,99	2	2645,50	1,09	0,3738
Error	24324,59	10	2432,46		
Total	200097,05	17			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=42,13910**

Error: 2432,4591 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

F. y L. 683,60 9 16,44 A

Rq. y Tr. 590,20 9 16,44 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=65,84698**

Error: 2432,4591 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea 675,07 6 20,13 A

Gram.L. y Leg.V 621,98 6 20,13 A

Cruzadas 613,65 6 20,13 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Anexo No. 5. Altura remanente****Altura en otoño-invierno del remanente (cm)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Alt. rem.	18	0,36	0,00	12,86

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,97	7	0,85	0,82	0,5917
Bloque	0,57	2	0,28	0,27	0,7663
Mezcla	0,64	1	0,64	0,62	0,4499
Método de siembra	1,24	2	0,62	0,60	0,5687
Mezcla*método de siembra	3,51	2	1,76	1,69	0,2328
Error	10,39	10	1,04		
Total	16,35	17			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,87072**

Error: 1,0386 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

F. y L. 8,11 9 0,34 A

Rq. y Tr. 7,73 9 0,34 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,36059**

Error: 1,0386 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea 8,28 6 0,42 A

Gram.L. y Leg.V. 7,82 6 0,42 A

Cruzadas 7,67 6 0,42 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Altura en primavera del remanente (cm)**Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CVAlt. rem. 18 0,88 0,79 9,05**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	19,27	7	2,75	10,15	0,0008
Bloque	18,28	2	9,14	33,70	<0,0001
Mezcla	0,16	1	0,16	0,59	0,4594
Método de siembra	0,78	2	0,39	1,43	0,2837
Mezcla*método de siembra	0,05	2	0,02	0,08	0,9203
Error	2,71	10	0,27		
Total	21,98	17			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,44496**

Error: 0,2712 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

F. y L. 5,85 9 0,17 A

Rq. y Tr. 5,66 9 0,17 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,69530**

Error: 0,2712 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea 6,04 6 0,21 A

Cruzadas 5,68 6 0,21 A

Gram.L. y Leg.V. 5,55 6 0,21 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Altura en el total del remanente (cm)**Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CVAlt. rem. 18 0,83 0,71 7,30

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,91	7	1,56	6,97	0,0034
Bloque	9,48	2	4,74	21,18	0,0003
Mezcla	0,29	1	0,29	1,29	0,2823
Método de siembra	0,86	2	0,43	1,92	0,1974
Mezcla*método de siembra	0,29	2	0,14	0,64	0,5469
Error	2,24	10	0,22		
Total	13,15	17			

#### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,40408

Error: 0,2237 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

F. y L. 6,61 9 0,16 A

Rq. y Tr. 6,35 9 0,16 A

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

#### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,63142

Error: 0,2237 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea 6,79 6 0,19 A

Cruzadas 6,35 6 0,19 A

Gram.L. y Leg.V. 6,31 6 0,19 A

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

### Anexo No. 6. Composición botánica

#### Composición botánica disponible otoño-invierno

##### % Gramínea

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Disp. gram. %	18	0,92	0,87	3,45

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	639,06	7	91,29	16,73	0,0001
Bloque	27,44	2	13,72	2,52	0,1304
Mezcla	501,39	1	501,39	91,90	<0,0001
Método de siembra	61,78	2	30,89	5,66	0,0227
Mezcla*método de siembra	48,44	2	24,22	4,44	0,0417
Error	54,56	10	5,46		
Total	693,61	17			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,99564**

Error: 5,4556 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 73,00 9 0,78 A

F. y L. 62,44 9 0,78 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=3,11841**

Error: 5,4556 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea 69,50 6 0,95 A

Cruzadas 68,50 6 0,95 A

Gram.L. y Leg.V. 65,17 6 0,95 B

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Disp. leg. %	18	0,60	0,32	6,90

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	47,06	7	6,72	2,15	0,1311
Bloque	11,44	2	5,72	1,83	0,2098
Mezcla	0,06	1	0,06	0,02	0,8965
Método de siembra	31,44	2	15,72	5,04	0,0307
Mezcla*método de siembra	4,11	2	2,06	0,66	0,5388
Error	31,22	10	3,12		
Total	78,28	17			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,50971**

Error: 3,1222 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

F. y L. 25,67 9 0,59 A

Rq. y Tr. 25,56 9 0,59 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,35909**

Error: 3,1222 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Gram.L. y Leg.V. 27,00 6 0,72 A

Misma línea 26,00 6 0,72 A B

Cruzadas 23,83 6 0,72 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**% Malezas**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Disp. malezas %	18	0,86	0,76	49,22

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	644,33	7	92,05	8,55	0,0015
Bloque	72,33	2	36,17	3,36	0,0766
Mezcla	490,89	1	490,89	45,59	0,0001
Método de siembra	42,33	2	21,17	1,97	0,1905
Mezcla*método de siembra	38,78	2	19,39	1,80	0,2148
Error	107,67	10	10,77		
Total	752,00	17			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,80352**

Error: 10,7667 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

F. y L. 11,89 9 1,09 A

Rq. y Tr. 1,44 9 1,09 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=4,38080**

Error: 10,7667 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Gram.L. y Leg.V. 7,83 6 1,34 A

Cruzadas 7,67 6 1,34 A

Misma línea 4,50 6 1,34 A

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Disp. r. secos %	18	sd	sd	sd

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	7	0,00	sd	sd
Bloque	0,00	2	0,00	sd	sd
Mezcla	0,00	1	0,00	sd	sd
Método de siembra	0,00	2	0,00	sd	sd
Mezcla*método de siembra	0,00	2	0,00	sd	sd
Error	0,00	10	0,00		
Total	0,00	17			

**Composición botánica disponible primavera****% Gramínea**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Disp. gram. %	18	0,88	0,80	10,05

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1622,71	7	231,82	10,84	0,0006
Bloque	1324,88	2	662,44	30,97	0,0001
Mezcla	97,25	1	97,25	4,55	0,0588
Método de siembra	186,80	2	93,40	4,37	0,0434
Mezcla*método de siembra	13,78	2	6,89	0,32	0,7319
Error	213,93	10	21,39		
Total	1836,64	17			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=3,95184**

Error: 21,3931 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

F. y L. 48,33 9 1,54 A

Rg. y Tr. 43,68 9 1,54 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=6,17518**

Error: 21,3931 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Cruzadas 49,34 6 1,89 A

Misma línea 47,04 6 1,89 A B

Gram.L. y Leg.V. 41,65 6 1,89 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**% Leguminosa**Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CVDisp. leg. % 18 0,87 0,77 12,01**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	2109,57	7	301,37	9,34	0,0011
Bloque	1179,99	2	589,99	18,29	0,0005
Mezcla	573,02	1	573,02	17,77	0,0018
Método de siembra	353,38	2	176,69	5,48	0,0247
Mezcla*método de siembra	3,18	2	1,59	0,05	0,9522
Error	322,54	10	32,25		
Total	2432,11	17			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=4,85234**

Error: 32,2536 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 52,94 9 1,89 A

F. y L. 41,65 9 1,89 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=7,58232**

Error: 32,2536 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Gram.L. y Leg.V.	53,52	6	2,32	A
Cruzadas	44,80	6	2,32	B
Misma línea	43,57	6	2,32	B

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

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Disp. malezas %	18	0,86	0,76	38,65

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	338,01	7	48,29	8,59	0,0015
Bloque	28,43	2	14,22	2,53	0,1293
Mezcla	260,60	1	260,60	46,35	<0,0001
Método de siembra	41,89	2	20,94	3,72	0,0618
Mezcla*método de siembra	7,09	2	3,54	0,63	0,5524
Error	56,23	10	5,62		
Total	394,24	17			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,02602**

Error: 5,6229 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

F. y L.	9,94	9	0,79	A
Rg. y Tr.	2,33	9	0,79	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=3,16587**

Error: 5,6229 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea	8,15	6	0,97	A
Cruzadas	5,80	6	0,97	A B
Gram.L. y Leg.V.	4,46	6	0,97	B

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

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Disp. r. secos %	18	0,42	0,02	210,95

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	12,27	7	1,75	1,05	0,4580
Bloque	3,42	2	1,71	1,02	0,3944
Mezcla	3,54	1	3,54	2,11	0,1767
Método de siembra	3,79	2	1,89	1,13	0,3607
Mezcla*método de siembra	1,52	2	0,76	0,45	0,6477
Error	16,74	10	1,67		
Total	29,01	17			

### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,10544

Error: 1,6740 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 1,06 9 0,43 A

F. y L. 0,17 9 0,43 A

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

### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,72737

Error: 1,6740 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea 1,26 6 0,53 A

Gram.L. y Leg.V. 0,38 6 0,53 A

Cruzadas 0,21 6 0,53 A

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

### Composición botánica disponible total

#### % Gramínea

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Disp. gram. %	18	0,86	0,76	6,05

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	639,26	7	91,32	8,81	0,0014
Bloque	506,75	2	253,38	24,44	0,0001
Mezcla	0,79	1	0,79	0,08	0,7877
Método de siembra	131,31	2	65,65	6,33	0,0167
Mezcla*método de siembra	0,40	2	0,20	0,02	0,9809
Error	103,69	10	10,37		
Total	742,94	17			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,75123**

Error: 10,3688 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 53,45 9 1,07 A

F. y L. 53,03 9 1,07 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=4,29910**

Error: 10,3688 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Cruzadas 55,72 6 1,31 A

Misma línea 54,52 6 1,31 A

Gram.L. y Leg.V 49,49 6 1,31 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**% Leguminosa**Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CVDisp. leg. % 18 0,87 0,78 9,65**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1018,35	7	145,48	9,72	0,0009
Bloque	573,43	2	286,71	19,16	0,0004
Mezcla	252,15	1	252,15	16,85	0,0021
Método de siembra	191,76	2	95,88	6,41	0,0162
Mezcla*método de siembra	1,01	2	0,51	0,03	0,9669
Error	149,62	10	14,96		
<u>Total</u>	<u>1167,97</u>	<u>17</u>			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=3,30491**

Error: 14,9622 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 43,81 9 1,29 A

F. y L. 36,32 9 1,29 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=5,16429**

Error: 14,9622 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Gram.L. y Leg.V.	44,68	6	1,58	A
Cruzadas	37,81	6	1,58	B
Misma línea	37,71	6	1,58	B

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

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Disp. malezas %	18	0,87	0,79	34,90

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	339,37	7	48,48	10,00	0,0008
Bloque	3,94	2	1,97	0,41	0,6765
Mezcla	329,30	1	329,30	67,90	<0,0001
Método de siembra	5,54	2	2,77	0,57	0,5822
Mezcla*método de siembra	0,59	2	0,29	0,06	0,9415
Error	48,49	10	4,85		
Total	387,87	17			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,88153**

Error: 4,8495 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

F. y L.	10,59	9	0,73	A
Rg. y Tr.	2,03	9	0,73	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=2,94010**

Error: 4,8495 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea	6,93	6	0,90	A
Cruzadas	6,42	6	0,90	A
Gram.L. y Leg.V.	5,58	6	0,90	A

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

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Disp. r. secos %	18	0,42	0,02	211,32

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	5,47	7	0,78	1,05	0,4570
Bloque	1,53	2	0,76	1,02	0,3938
Mezcla	1,57	1	1,57	2,10	0,1776
Método de siembra	1,69	2	0,84	1,13	0,3599
Mezcla*método de siembra	0,69	2	0,34	0,46	0,6437
Error	7,45	10	0,74		
Total	12,91	17			

### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,73724

Error: 0,7445 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 0,70 9 0,29 A

F. y L. 0,11 9 0,29 A

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

### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,15202

Error: 0,7445 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea 0,84 6 0,35 A

Gram.L. y Leg.V. 0,25 6 0,35 A

Cruzadas 0,14 6 0,35 A

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

### Composición botánica remanente total

#### % Gramínea

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Rem. gram. %	18	0,46	0,08	9,45

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	279,10	7	39,87	1,20	0,3835
Bloque	115,39	2	57,69	1,74	0,2254
Mezcla	2,79	1	2,79	0,08	0,7778
Método de siembra	133,43	2	66,72	2,01	0,1850
Mezcla*método de siembra	27,49	2	13,74	0,41	0,6722
Error	332,38	10	33,24		
Total	611,48	17			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=4,92585**

Error: 33,2382 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

F. y L. 61,39 9 1,92 A

Rg. y Tr. 60,60 9 1,92 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=7,69718**

Error: 33,2382 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea 64,82 6 2,35 A

Gram.L. y Leg.V. 59,48 6 2,35 A

Cruzadas 58,68 6 2,35 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**% Leguminosa**Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

Rem. leg. % 18 0,79 0,64 16,02

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	547,46	7	78,21	5,39	0,0088
Bloque	199,43	2	99,71	6,87	0,0133
Mezcla	231,63	1	231,63	15,95	0,0025
Método de siembra	99,81	2	49,91	3,44	0,0731
Mezcla*método de siembra	16,60	2	8,30	0,57	0,5820
Error	145,18	10	14,52		
Total	692,64	17			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=3,25550**

Error: 14,5181 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 27,37 9 1,27 A

F. y L. 20,20 9 1,27 B

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

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,08707**

Error: 14,5181 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Gram.L. y Leg.V. 27,11 6 1,56 A

Cruzadas 22,32 6 1,56 A B

Misma línea 21,92 6 1,56 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**% Malezas**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rem. malezas %	18	0,90	0,83	31,33

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	736,79	7	105,26	12,51	0,0003
Bloque	28,03	2	14,01	1,67	0,2375
Mezcla	622,93	1	622,93	74,05	<0,0001
Método de siembra	68,81	2	34,41	4,09	0,0504
Mezcla*método de siembra	17,02	2	8,51	1,01	0,3980
Error	84,13	10	8,41		
Total	820,92	17			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,47818**

Error: 8,4128 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

F. y L. 15,14 9 0,97 A

Rg. y Tr. 3,37 9 0,97 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=3,87243**

Error: 8,4128 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Cruzadas 11,93 6 1,18 A

Gram.L. y Leg.V. 8,53 6 1,18 A B

Misma línea 7,31 6 1,18 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**% Restos secos**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rem. r. secos %	18	0,87	0,78	33,08

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	270,99	7	38,71	9,72	0,0009
Bloque	92,53	2	46,27	11,62	0,0025
Mezcla	129,98	1	129,98	32,64	0,0002
Método de siembra	14,39	2	7,19	1,81	0,2139
Mezcla*método de siembra	34,09	2	17,05	4,28	0,0454
Error	39,82	10	3,98		
Total	310,81	17			

### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,70500

Error: 3,9822 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 8,72 9 0,67 A

F. y L. 3,34 9 0,67 B

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

### Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,66425

Error: 3,9822 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Cruzadas 7,13 6 0,81 A

Misma línea 6,03 6 0,81 A

Gram.L. y Leg.V. 4,94 6 0,81 A

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

### Anexo No. 7. Forraje desaparecido total (kg/MS/ha)

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

Des. Kg/Ha 18 0,96 0,94 13,09

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	95736780,18	7	13676682,88	38,02	<0,0001
Bloque	3151090,50	2	1575545,25	4,38	0,0430
Mezcla	92248174,80	1	92248174,80	256,47	<0,0001
Método de siembra	169390,81	2	84695,41	0,24	0,7945
Mezcla*método de siembra	168124,07	2	84062,03	0,23	0,7958
Error	3596879,89	10	359687,99		
Total	99333660,06	17			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=512,41921**

Error: 359687,9886 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 6844,18 9 199,91 A

F. y L. 2316,53 9 199,91 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=800,71148**

Error: 359687,9886 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Gram.L. y Leg.V. 4715,98 6 244,84 A

Cruzadas 4530,42 6 244,84 A

Misma línea 4494,66 6 244,84 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Anexo No. 8. Porcentaje de utilización total**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
% Util.	18	0,96	0,94	5,69

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	3712,31	7	530,33	38,42	<0,0001
Bloque	553,47	2	276,73	20,05	0,0003
Mezcla	3128,93	1	3128,93	226,69	<0,0001
Método de siembra	13,50	2	6,75	0,49	0,6271
Mezcla*método de siembra	16,41	2	8,21	0,59	0,5702
Error	138,03	10	13,80		
Total	3850,34	17			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=3,17426**

Error: 13,8026 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 78,53 9 1,24 A

F. y L. 52,16 9 1,24 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=4,96013**

Error: 13,8026 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Gram.L. y Leg.V. 66,25 6 1,52 A

Cruzadas 65,61 6 1,52 A

Misma línea 64,17 6 1,52 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Anexo No. 9. Tasas de crecimiento****Tasa de crecimiento otoño-invierno (kg/MS/ha/día)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
T. crec.	18	0,95	0,92	10,11

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	581,65	7	83,09	28,80	<0,0001
Bloque	1,06	2	0,53	0,18	0,8344
Mezcla	554,89	1	554,89	192,29	<0,0001
Método de siembra	18,67	2	9,33	3,23	0,0825
Mezcla*método de siembra	7,03	2	3,51	1,22	0,3363
Error	28,86	10	2,89		
Total	610,50	17			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,45139**

Error: 2,8856 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 22,36 9 0,57 A

F. y L. 11,25 9 0,57 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,26795**

Error: 2,8856 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea 17,87 6 0,69 A

Gram.L. y Leg.V. 17,12 6 0,69 A B

Cruzadas 15,43 6 0,69 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

### Tasa de crecimiento primavera (kg/MS/ha/día)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
T. crec.	18	0,95	0,91	16,99

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	8361,53	7	1194,50	24,61	<0,0001
Bloque	565,84	2	282,92	5,83	0,0210
Mezcla	7742,24	1	7742,24	159,54	<0,0001
Método de siembra	39,63	2	19,81	0,41	0,6754
Mezcla*método de siembra	13,82	2	6,91	0,14	0,8690
Error	485,28	10	48,53		
Total	8846,81	17			

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=5,95193

Error: 48,5278 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 61,74 9 2,32 A

F. y L. 20,26 9 2,32 B

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

### Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=9,30054

Error: 48,5278 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Cruzadas 42,64 6 2,84 A

Gram.L. y Leg.V. 41,31 6 2,84 A

Misma línea 39,05 6 2,84 A

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

### Tasa de crecimiento total (kg/MS/ha/día)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
T. crec.	18	0,95	0,92	14,64

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4678,76	7	668,39	28,76	<0,0001
Bloque	240,83	2	120,42	5,18	0,0286
Mezcla	4424,27	1	4424,27	190,37	<0,0001
Método de siembra	8,43	2	4,22	0,18	0,8368
Mezcla*método de siembra	5,23	2	2,61	0,11	0,8947
Error	232,40	10	23,24		
Total	4911,16	17			

**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=4,11891**

Error: 23,2402 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 48,61 9 1,61 A

F. y L. 17,25 9 1,61 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=6,43625**

Error: 23,2402 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Cruzadas 33,57 6 1,97 A

Gram.L. y Leg.V. 33,24 6 1,97 A

Misma línea 31,98 6 1,97 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Anexo No. 10. Crecimiento ajustado total (kg/MS/ha)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Crec. ajus.	18	0,96	0,94	11,67

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	111973958,99	7	15996279,86	38,19	<0,0001
Bloque	4564771,26	2	2282385,63	5,45	0,0251
Mezcla	107085514,67	1	107085514,67	255,67	<0,0001
Método de siembra	110354,35	2	55177,18	0,13	0,8781
Mezcla*método de siembra	213318,71	2	106659,35	0,25	0,7801
Error	4188360,43	10	418836,04		
Total	116162319,43	17			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=552,94821**

Error: 418836,0433 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 7985,35 9 215,73 A

F. y L. 3107,15 9 215,73 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=864,04251**

Error: 418836,0433 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Gram.L. y Leg.V. 5656,96 6 264,21 A

Misma línea 5492,84 6 264,21 A

Cruzadas 5488,96 6 264,21 AMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Anexo No. 11. Porcentajes de suelo desnudo total****% suelo desnudo disponible**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Disp. s.d. %	18	0,57	0,27	79,65

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	6,36	7	0,91	1,88	0,1769
Bloque	1,80	2	0,90	1,86	0,2063
Mezcla	3,93	1	3,93	8,11	0,0173
Método de siembra	0,54	2	0,27	0,56	0,5907
Mezcla*método de siembra	0,10	2	0,05	0,10	0,9048
Error	4,85	10	0,48		
Total	11,21	17			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,59472**

Error: 0,4845 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr. 1,34 9 0,23 A

F. y L. 0,41 9 0,23 BMedias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,92932**

Error: 0,4845 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Gram.L. y Leg.V.	1,07	6	0,28	A
Misma línea	0,91	6	0,28	A
<u>Cruzadas</u>	<u>0,65</u>	<u>6</u>	<u>0,28</u>	<u>A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**% suelo desnudo remanente**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Rem. s.d. %	18	0,95	0,91	12,55

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	419,89	7	59,98	25,31	<0,0001
Bloque	202,55	2	101,27	42,73	<0,0001
Mezcla	125,45	1	125,45	52,94	<0,0001
Método de siembra	29,44	2	14,72	6,21	0,0176
Mezcla*método de siembra	62,45	2	31,22	13,18	0,0016
Error	23,70	10	2,37		
<u>Total</u>	<u>443,58</u>	<u>17</u>			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,31529**

Error: 2,3698 gl: 10

Mezcla Medias n E.E.

Rg. y Tr.	14,91	9	0,51	A
<u>F. y L.</u>	<u>9,63</u>	<u>9</u>	<u>0,51</u>	<u>B</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,05528**

Error: 2,3698 gl: 10

Método de siembra Medias n E.E.

Misma línea	13,53	6	0,63	A
Gram.L. y Leg.V.	12,77	6	0,63	A
<u>Cruzadas</u>	<u>10,52</u>	<u>6</u>	<u>0,63</u>	<u>B</u>

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