

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE TRES MEZCLAS DE
PRIMER AÑO**

por

**Pedro Horacio MACIEL YO
Alfonso Luis TUCCI CASTRO**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2015**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha: 24 de marzo de 2015

Autores:

Pedro Horacio Maciel Yo

Alfonso Luis Tucci Castro

AGRADECIMIENTOS

A nuestros tutores Ing. Agr. Ramiro Zanoniani, Ing. Agr. Pablo Boggiano e Ing. Agr. Alfredo Silbermann, por el apoyo brindado y por hacer posible esta tesis.

A nuestras familias por acompañarnos incondicionalmente en este proceso de formación y permitirnos concretar esta fuerte vocación por la carrera.

A nuestros compañeros de la generación EEMAC 2013 y todos los que nos acompañaron desde nuestro inicio en el 2008.

Al personal de la EEMAC por su ayuda a nivel de campo y de laboratorio.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1 <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 <u>OBJETIVO GENERAL</u>	3
1.2 <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	3
2 <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	4
2.1 <u>CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES</u> <u>COMPONENTES DE LAS MEZCLAS</u>	4
2.1.1 <u><i>Festuca arundinacea</i></u>	4
2.1.2 <u><i>Trifolium repens</i></u>	6
2.1.3 <u><i>Lotus corniculatus</i></u>	9
2.1.4 <u><i>Dactylis glomerata</i></u>	12
2.1.5 <u><i>Medicago sativa</i></u>	14
2.1.6 <u><i>Lolium perenne</i></u>	16
2.1.7 <u><i>Trifolium pratense</i></u>	18
2.2 <u>IMPLANTACIÓN DE ESPECIES FORRAJERAS</u>	21
2.3 <u>MEZCLAS FORRAJERAS</u>	25
2.3.1 <u>Importancia de la mezcla de especies</u>	26
2.3.2 <u>Componentes de las mezclas</u>	27
2.3.3 <u>Dinámica de mezclas</u>	30
2.4 <u>EFFECTOS DEL PASTOREO</u>	32
2.4.1 <u>Aspectos generales</u>	32
2.4.2 <u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	33
2.4.2.1 <u>Intensidad</u>	33
2.4.2.2 <u>Frecuencia</u>	34
2.4.3 <u>Efectos sobre las especies que componen la mezcla y su</u> <u>producción</u>	35
2.4.4 <u>Efecto sobre la fisiología de las plantas</u>	37
2.4.4.1 <u>Efecto sobre el rebrote</u>	38
2.4.4.2 <u>Efecto sobre las raíces</u>	40
2.4.4.3 <u>Efectos sobre la utilización del forraje</u>	41
2.4.4.4 <u>Efectos sobre la morfología y estructura de las plantas</u>	42
2.4.4.5 <u>Efecto sobre la composición botánica</u>	43
2.4.4.6 <u>Efecto sobre la persistencia</u>	44
2.4.4.7 <u>Efectos sobre la calidad</u>	46
2.4.5 <u>Efecto del pastoreo sobre la performance animal</u>	47

3	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	50
3.1	CONDICIONES EXPERIMENTALES	50
3.1.1	<u>Lugar y período experimental</u>	50
3.1.2	<u>Información meteorológica</u>	50
3.1.3	<u>Descripción del sitio experimental</u>	50
3.1.4	<u>Antecedentes del área experimental</u>	51
3.1.5	<u>Tratamientos</u>	51
3.1.6	<u>Diseño experimental</u>	52
3.2	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	52
3.2.1	<u>Mediciones de las principales variables</u>	53
3.2.1.1	Porcentaje de germinación	53
3.2.1.2	Porcentaje de implantación general de las mezclas	53
3.2.1.3	Forraje disponible y rechazado	53
3.2.1.4	Altura del forraje disponible y remanente.....	54
3.2.1.5	Producción de forraje.....	54
3.2.1.6	Composición botánica.....	54
3.2.1.7	Componentes estructurales de la pastura	55
3.3	HIPÓTESIS	55
3.3.1	<u>Hipótesis biológica</u>	55
3.3.2	<u>Hipótesis estadística</u>	55
3.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	56
3.4.1	<u>Modelo estadístico</u>	56
4	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	57
4.1	DATOS METEOROLÓGICOS	57
4.1.1	<u>Precipitaciones</u>	57
4.1.2	<u>Temperatura</u>	58
4.2	PRODUCCIÓN DE FORRAJE	59
4.2.1	<u>Porcentaje de implantación</u>	59
4.2.2	<u>Forraje disponible</u>	60
4.2.3	<u>Forraje remanente</u>	62
4.2.4	<u>Evolución de la materia seca presente pre y post pastoreo</u>	64
4.2.5	<u>Composición botánica</u>	65
4.2.6	<u>Suelo descubierto</u>	71
4.2.7	<u>Producción de materia seca</u>	72
4.2.7.1	Tasa de crecimiento.....	72
4.2.7.2	Producción de forraje.....	75
4.2.8	<u>Componentes estructurales de la pastura</u>	77
4.2.8.1	Densidad de gramíneas y leguminosas	77
4.2.8.2	Relación parte aérea - raíz	79
4.2.8.3	Malezas	80
4.3	CONSIDERACIONES FINALES.....	81

5	<u>CONCLUSIONES</u>	84
6	<u>RESUMEN</u>	85
7	<u>SUMMARY</u>	86
8	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	87
9	<u>ANEXOS</u>	98

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción de forraje según edad de <i>Festuca arundinacea</i> cv. Ceres Typhoon, expresado en kgMS/ha/año.....	6
2. Producción de forraje según edad de <i>Trifolium repens</i> cv. Estanzuela Zapicán, expresado en kgMS/ha/año.....	9
3. Producción de forraje según edad de <i>Lotus corniculatus</i> cv. San Gabriel, expresado en kgMS/ha/año.....	11
4. Producción de forraje según edad de <i>Dactylis glomerata</i> cv. Perseo, expresado en kgMS/ha/año.....	14
5. Producción de forraje según edad de <i>Medicago sativa</i> cv. Chaná, expresado en kgMS/ha/año.....	16
6. Producción de forraje según edad de <i>Lolium perenne</i> cv. Base, expresado en kgMS/ha/año.....	18
7. Producción de forraje según edad de <i>Trifolium pratense</i> cv. Estanzuela 116, expresado en kgMS/ha/año.....	21
8. Porcentaje de implantación según tratamiento.....	59
9. Disponibilidad promedio de forraje en kg/ha de MS, para cada tratamiento.....	60
10. Altura promedio del forraje disponible por tratamiento, en centímetros.....	61
11. Forraje remanente promedio en kg/ha de MS para cada tratamiento.....	62
12. Altura promedio del forraje remanente por tratamiento, en centímetros.....	63
13. Composición botánica promedio del forraje disponible para cada tratamiento, expresada en kg/ha de MS.....	66
14. Composición botánica promedio del forraje remanente para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.....	67
15. Porcentaje de suelo descubierto promedio para el forraje disponible y remanente.....	71
16. Tasa de crecimiento promedio de la pastura para cada tratamiento.....	72
17. Producción de forraje total para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.....	75
18. Densidad de gramíneas y leguminosas.....	77
19. Peso de la parte aérea y la raíz de gramíneas expresado en gramos por m ² y la relación parte aérea-raíz, para cada tratamiento.....	79
20. Peso de la parte aérea y la raíz de leguminosas expresado en gramos por m ² y la relación parte aérea-raíz, para cada tratamiento.....	79
21. Proporción y peso de malezas, según tratamiento.....	80

Figura No.

1. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño.....	52
2. Registro de las precipitaciones durante el año del experimento, comparado con el promedio del período 2002-2013.....	57
3. Registro de temperatura promedio durante el año de ensayo en comparación con el promedio histórico.....	58
4. Evolución de la materia seca para los distintos tratamientos.....	64
5. Evolución de la composición botánica del forraje disponible y remanente para el tratamiento F+TB+LC, expresada en porcentaje.....	68
6. Evolución de la composición botánica del forraje disponible y remanente para el tratamiento A+D, expresada en porcentaje.....	69
7. Evolución de la composición botánica del forraje disponible y remanente para el tratamiento TR+RG, expresada en porcentaje.....	69
8. Tasa de crecimiento (kg/ha/día de MS) promedio de los tratamientos en función de la temperatura media diaria (°C).....	74
9. Tasa de crecimiento (kg/ha/día de MS) promedio de los tratamientos en función de las precipitaciones acumuladas.....	74

1 INTRODUCCIÓN

A pesar del estado actual de las pasturas naturales, como consecuencia de factores ambientales y del manejo recibido, la producción forrajera de Uruguay puede ser mejorada sensiblemente debido a tres aspectos básicos que ubican al país en una situación privilegiada (Carámbula, 2010a):

- 1) Las condiciones climáticas permiten utilizar las pasturas todo el año, sin necesidad de estabular animales
- 2) Bajo las condiciones imperantes prosperan tanto especies de clima templado como de clima subtropical
- 3) El nitrógeno, nutriente limitante de la producción forrajera, puede ser logrado mediante el uso de leguminosas asociadas. La clave está en dar con las leguminosas apropiadas para cada suelo.

Para enfrentar la falta de forraje en cantidad y calidad, en nuestra región existen distintas alternativas. Estas van desde un manejo ajustado y adecuado del campo natural, pasando por la fertilización e interseembra de especies, hasta el remplazo total de la vegetación con pasturas sembradas (Carámbula, 2010a).

Las praderas mezcla conformadas por especies perennes son el camino más rentable para generar alimentos para la producción animal dentro del universo de las pasturas sembradas en Uruguay, siempre que se instalen correctamente y se manejen de modo adecuado. La sucesión de verdeos de verano e invierno tanto como las praderas de ciclo corto, no logran superar las rentabilidades que retorna el sólo hecho de que con un barbecho, una siembra y un sólo período de crecimiento inicial se obtenga un lapso de pastoreo de al menos tres años. Dejando de lado las ventajas económicas, se pueden observar otros tantos beneficios entre los cuales se destacan las coberturas densas en los suelos, la incorporación de una buena dosis de materia orgánica en el interior de los mismos, la capitalización del nitrógeno mineralizado durante el verano y la existencia de superficie de pastoreo en momentos en que ésta se reduce debido a la generación de barbechos destinados a la instalación de nuevas pasturas o verdeos (Silbermann, s.f.).

Si bien a nivel de investigación y de producción comercial los datos revelan que las pasturas cultivadas permiten superar altamente la productividad y calidad del campo natural (Carámbula, 2010a), una de las limitantes más difícil de sostener en nuestras condiciones es su baja persistencia y estacionalidad. En este aspecto, León y Oesterheld (1982) afirman que a partir

de los dos años de implantación de la pastura las especies sembradas inicialmente van perdiendo relevancia en forma progresiva y son reemplazadas por la comunidad natural. Es así que, a medida que las pasturas envejecen, la cobertura total muestra una tendencia creciente, donde las especies sembradas dominan en la situación de 2 años, contribuyen con aproximadamente el 50% de la cobertura total a partir del tercer año y con menos del 15% a partir del quinto año. Esto sucede fundamentalmente a causa de restricciones en el comportamiento de las especies introducidas, debido entre otras cosas a: problemas de instalación, falta de equilibrio entre gramíneas y leguminosas, enmalezamiento prematuro, manejo inadecuado antes y luego de la siembra que como consecuencia evolucionan hacia una estacionalidad marcada.

Carámbula (2010a) opina que las praderas mezcla son las más utilizadas en nuestras condiciones, y por lo general incluyen una gramínea con una o dos leguminosas. Este tipo de praderas es más estable frente a variables climáticas, tipo de suelo y de manejo, y logran un mejor balance forrajero durante el año, en comparación con praderas puras de una sola especie. La mezcla, si sus componentes están bien seleccionados, es más eficiente en el uso de los recursos del suelo, del agua y de la luz, ya que posee diferentes sistemas radiculares y área foliar. En referencia a este concepto, Formoso (2011) considera que la diversidad de especies en mezclas puede actuar como buffer ante extremos ambientales ya que la variabilidad fisiológica y fenológica en comunidades complejas potencia aspectos de complementariedad interespecífica.

El tipo de suelo y la topografía, la presencia de malezas, la época del año en que se requiere forraje, y el tipo de sistema productivo en cuestión son los factores básicos que inciden en la elección de las especies a sembrar. Si se incluyen leguminosas en la mezcla, se logra un ahorro importante de nitrógeno y una mejora sustancial en el consumo animal por aumentos de digestibilidad y calidad, en tanto que la inclusión de gramíneas perennes confiere mayor persistencia a la pradera debido a que éstas no permiten el establecimiento de la gramilla. García et al., citados por Labandera (2005) afirman que las leguminosas fijan en promedio 30 Kg de nitrógeno por tonelada de materia seca de leguminosa por año. En suma, se dice que en una mezcla forrajera la especie leguminosa otorga la calidad proteica de la dieta, al tiempo que la gramínea provee el volumen de forraje.

Por otra parte, cabe destacar la importancia y el valor que representa el estudio y la comparación de varias mezclas forrajeras, donde los resultados se vuelcan para ayudar a orientar la toma de decisiones, sobre una base científica, más cuantitativa, amplia y racional, y que considere un abanico mayor de sistemas de distinta intensidad, con el objetivo de incrementar los índices de

producto animal por unidad de superficie y así mejorar los resultados económicos de dichos sistemas. A modo de ejemplo, por lo general, cuanto más intensivo es el sistema, mayor precocidad se busca a la hora de seleccionar la mezcla y es aquí donde se destacan asociaciones de corta duración con raigrás y trébol rojo en su formulación, por su alta capacidad de crecimiento inicial, la cual le permite ofrecer un primer pastoreo en períodos cortos de tiempo. Cuando la composición de la mezcla integra al menos tres especies, por ejemplo una gramínea perenne con trébol blanco y lotus, se prioriza la necesidad de complementar ciclos, con posibilidad de oferta de forraje todo el año. En mezclas compuestas por alfalfa más otra especie, como por ejemplo dactylis, el fin primario es asegurar mayor disponibilidad de forraje en períodos secos, buscando complementación para un uso de todo el año.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Este trabajo presenta el objetivo de evaluar la implantación general, producción de forraje estacional y total, y la composición botánica de tres mezclas forrajeras distintas, en su primer año de vida, en el período invierno-primaveral. Las tres mezclas forrajeras en análisis son: a) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, b) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, y c) *Lolium perenne* y *Trifolium pratense*.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se determinan tres objetivos específicos en este trabajo:

- 1) Evaluar la implantación general de las mezclas
- 2) Evaluar y comparar la producción de forraje
- 3) Evaluar la evolución de la proporción de especies en las mezclas, mediante la variable composición botánica

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LAS MEZCLAS

En los siguientes párrafos se brinda información sobre las especies utilizadas en los tratamientos, haciendo puntual referencia a cada cultivar sembrado. Se ofrecen también, para los cultivares en cuestión, los registros de producciones promedio de materia seca por hectárea, los cuales fueron obtenidos de las evaluaciones de especies forrajeras realizadas en conjunto por INIA e INASE, en la estación experimental La Estanzuela, perteneciente a INIA, en el departamento de Colonia, y disponibles a partir del año 2004 hasta el año 2013 inclusive.

2.1.1 Festuca arundinacea

La festuca es la gramínea perenne invernal más utilizada en el país (Formoso, 2010). Su hábito de crecimiento es cespitoso a rizomatoso (Carámbula, 2010a). Es de implantación lenta, la cual mejora notoriamente con la siembra en líneas (García, 2003). Esto conduce a que sea muy vulnerable a la competencia en plántula ya que la movilización de reservas de la semilla es baja y por lo tanto las raíces presentan un crecimiento lento (Carámbula, 2010a). Como consecuencia la producción durante el primer año es baja, pero si se maneja en forma adecuada, la festuca puede persistir muchos años (Langer, 1981).

En relación al ambiente de crecimiento, esta gramínea tolera los suelos ácidos y alcalinos y soporta el drenaje pobre, pero para obtener niveles de producción aceptables requiere condiciones fértiles para su crecimiento (Langer, 1981) siendo así que prospera mejor en suelos medios a pesados (Carámbula, 2010a). Se adapta bien en lugares húmedos (Carámbula, 2010a) y demuestra una resistencia a la sequía moderadamente buena, permaneciendo verde durante un verano seco (Langer, 1981). Adicionalmente, la festuca no se ve afectada por las heladas (García, 2003).

Esta especie presenta una buena precocidad otoñal, rápido rebrote de fines de invierno y floración temprana. La precocidad otoñal, atributo muy valioso, puede verse afectada desfavorablemente por un manejo de pastoreo intenso y abusivo en verano. No presenta reposo estival, lo que reduce el ingreso de malezas y gramíneas de verano, pero requiere manejo cuidadoso en esta estación debido a la carencia de órganos apropiados para acumular

grandes volúmenes de reserva. Esto último, sumado a que la festuca no se resiembra naturalmente, puede hacer peligrar la productividad y persistencia de esta especie bajo regímenes de manejo excesivamente intensivos, por lo que se recomiendan ciertos períodos de descanso para favorecer su buen comportamiento. No obstante, se debe destacar que su sistema radicular fibroso, profundo y muy extendido le permite obtener agua de los horizontes profundos. Por ello la persistencia de la festuca depende fundamentalmente del desarrollo de un buen sistema radicular desde fines de invierno y primavera (Carámbula, 2010a).

La festuca alta admite pastoreos relativamente intensos y frecuentes porque las sustancias de reserva se encuentran en las raíces y rizomas cortos que forman las coronas de las plantas y porque por lo general las plantas presentan áreas foliares remanentes altas luego de los pastoreos (McKee et al., 1967). El pastoreo debe ser manejado de tal manera que no crezca mucho ni que se endurezca, ya que si pierde terneza pierde digestibilidad y apetecibilidad y es rechazada por el animal (Carámbula, 2010a). El manejo exitoso depende de que sea pastoreada cuando tiene una altura de alrededor de 10 cm. Más allá de esta etapa, la festuca parece perder su valor alimenticio y debería ser cortada para heno o ensilaje (Langer, 1981).

La festuca necesita un suministro de nitrógeno importante ya sea a través de fertilizantes nitrogenados o la siembra de leguminosas asociadas. En este sentido sus hojas relativamente erectas le permiten coexistir con las leguminosas formando, en especial con trébol blanco, una mezcla muy valiosa (Carámbula, 2010a).

En cuanto a la densidad de siembra, se recomiendan siembras de festuca pura entre 10 y 15 kg/ha, y de festuca en mezclas entre 9 y 12 kg/ha (Carámbula, 2010a).

Una característica no menor de esta gramínea es que puede poseer porcentajes relativamente altos del hongo *Neotyphodium coenophyalum*, el cual establece una relación de simbiosis-mutualismo con la planta. Las especies *Neotyphodium* producen diferentes tipos de alcaloides que promueven ventajas y desventajas a nivel productivo. Dentro de las ventajas, a causa de la presencia de alcaloides tales como Peramina y Lolina, se reconocen: la tolerancia a estreses abióticos/bióticos, tolerancia a déficit hídrico, tolerancia a patógenos fúngicos, nematodos e insectos plagas (Breen, citado por Casco et al., 2012), incremento en el crecimiento de la planta, mayor vigor y crecimiento radicular, modificación de las relaciones hídricas y la persistencia del cultivo en el campo (Clay y Schardl, Breen, citados por Casco et al., 2012). Una de las principales desventajas es el efecto negativo que algunos alcaloides (Ergovalina

y Lolitrem B) producen en animales en pastoreo, conocido como festucosis (Clay y Schardl, Gallagher et al., citados por Casco et al., 2012). Además de las sintomatologías clínicas típicas de esta intoxicación existen también registros de efectos negativos en los rendimientos, tales como disminución de la producción de leche y disminución en la ganancia de peso de los animales (Altier, Fletcher y Harvey, citados por Casco et al., 2012).

Festuca arundinacea se adapta a un amplio rango de condiciones de crecimiento y existen dos grandes tipos de cultivares: aquellos originados en la Europa o América templada, también conocidos como continentales (i.e. variedades activas en primavera/verano), y aquellos originados en el Mediterráneo (i.e. actividad invernal, latencia estival) (AGTR 2008, Ayala et al. 2010). Los cultivares mediterráneos presentan hojas finas y hábito erecto (Ayala et al., 2010), se adaptan a regiones con veranos secos y 450-550 mm de lluvia, dado que por su dormancia estival toleran mejor las sequías de verano (AGTR, 2008). Los cultivares continentales son en general de hojas anchas y hábito de crecimiento intermedio (Ayala et al., 2010), son recomendados en zonas con al menos 650-700 mm de lluvia (AGTR, 2008) y su producción total anual supera en un 20% a la de los cultivares de tipo mediterráneo (Ayala et al., 2010). El cultivar Ceres Typhoon está catalogado como una variedad de tipo continental (o templada), con rizomas cortos, seleccionada por calidad de hoja y mayor relación largo de lámina – vaina. Presenta floración tardía, esto es a fines de setiembre (AGTR, 2008).

A continuación se exponen los datos de producción de este cultivar.

Cuadro No. 1. Producción de forraje según edad de *Festuca arundinacea* cv. Ceres Typhoon, expresado en kgMS/ha/año

kgMS/ha/año	AÑO		
	1	2	3
Promedio	4416	11332	8736
Máximo	5752	13137	12205
Mínimo	3080	9526	5266

2.1.2 *Trifolium repens*

El trébol blanco es una leguminosa perenne, estolonífera, de ciclo invernal pero su mayor producción se registra en primavera. Por su alta producción de forraje de calidad excelente, su persistencia con manejos intensivos y la habilidad para competir con gramíneas perennes a la vez que cederles nitrógeno, esta especie contribuye a formar las mejores pasturas del

mundo (Carámbula, 2010a). En el mismo sentido, Muslera y Ratera (1991) opinan que al ser de hábito estolonífero, el trébol blanco constituye la leguminosa perenne de mayor adaptación a las praderas de pastoreo de las zonas templadas de todo el mundo.

Trifolium repens es muy utilizado en zonas donde existen moderadas temperaturas estivales y donde la falta de humedad del suelo no es una limitante. De lo contrario, sufre enormemente la falta de agua y muchas plantas pueden morir durante el verano, pasando a comportarse como una especie anual, dependiendo su persistencia en la pastura de una buena resiembra anual (Carámbula, 2010a). Si fuera necesario, cada nudo enraizado puede sobrevivir en forma independiente en caso de que la planta madre fuera destruida por un pastoreo intenso (Langer, 1981). En esta misma situación, una cierta proporción de inflorescencias se ingenian para producir semilla habiendo siempre una elevada proporción de semillas duras (Suckling, citado por Langer, 1981). Esto significa que, en el caso de que todas las plantas sean destruidas por un sobrepastoreo o una sequía, con el tiempo aparecerán plántulas que reemplazarán a las perdidas (Langer, 1981).

El trébol blanco es capaz de subsistir como planta anual mediante la resiembra de sus semillas duras, o como planta perenne mediante la producción continuada de estolones. El clima es quien define la importancia relativa de ambos mecanismos de sobrevivencia (García, 1995b).

Esta leguminosa produce buenos rendimientos en la mayoría de los suelos aunque se comporta mejor en suelos fértiles, arcillosos. En suelos pobres, muy ácidos o arenosos llega a producir buenos rendimientos siempre que tenga suficiente humedad y cantidades adecuadas de fósforo previo a la implantación de la pastura. El vigor inicial es bajo y presenta establecimiento lento y no tolera la sombra (Carámbula, 2010a). Consecuentemente, la reducción del rendimiento del trébol blanco cuando se siembra con especies asociadas se debe a la competencia librada entre todos los componentes de la pastura por luz, nutrientes y humedad (Langer, 1981), siendo notoriamente mayor dicha reducción cuando la especie asociada se trata de raigrás, en comparación con festuca y/o dactylis, donde la competencia no es tan fuerte y la implantación es más fácil (Muslera y Ratera, 1991).

La gran adaptación del trébol blanco al manejo intenso y los altos rendimientos de materia seca que produce se debe a que posee atributos muy positivos tales como: porte rastrero con enraizamiento muy eficiente, meristema contra el suelo, índice de área foliar bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior, y hojas maduras ubicadas en el estrato superior. Al igual que todas las plantas forrajeras, esta leguminosa se ve afectada por manejos severos y

exagerados. Lo más adecuado es aplicar manejos que permitan mantener plantas vigorosas que presenten estolones más anchos y de mayor longitud por área de suelo, mayor peso individual de las hojas y mayor proporción de hojas cosechables (Carámbula, 2010a).

La velocidad de rebrote de esta leguminosa posterior al pastoreo depende del área foliar remanente, que por ser tan postrado, es en general de cuantiosa magnitud (Langer, 1981), determinando que la recuperación tras el pastoreo sea rápida en términos generales, lo que permite una gran frecuencia de aprovechamientos. Cada rebrote nuevo es producido a partir de la yema terminal de los estolones y de las yemas ubicadas en las axilas de las hojas. Comúnmente, el diente animal sólo afecta a las hojas y pedúnculos florales sin perjudicar los puntos de crecimiento (Muslera y Ratera, 1991).

Algunas de las cualidades que colocan al trébol blanco entre las especies más importantes para utilizar en las pasturas, lo son su elevado valor nutritivo (alta digestibilidad y excelente apetecibilidad) y su habilidad para fijar cantidades muy apreciables de nitrógeno. No obstante, los riesgos por meteorismo en la época de crecimiento primaveral son elevados, por lo que se recomienda sembrarlo junto a una gramínea para balancear la pastura, salvo que se quiera destinar a la producción de semilla fina (Carámbula, 2010a).

Las densidades de siembra recomendadas para esta especie son 4 kg/ha en siembras puro y entre 2 y 4 kg/ha en situaciones de praderas mezcla (Carámbula, 2010a).

Los cultivares de *Trifolium repens* se clasifican en función del tamaño de hoja y el grado de cianogénesis. En este sentido se reconocen cuatro grandes grupos: de hoja pequeña, de hoja intermedia, de hoja grande y de tipo ladino. El cultivar Estanzuela Zapicán se clasifica como cultivar de hoja grande, presentando excelente producción invernal, hábito erecto, floración abundante y temprana, rápido establecimiento y con una persistencia productiva promedio de tres años. Tiene abundante semillazón que asegura un banco de semillas adecuado para los años de buena resiembra. Es muy versátil y ha demostrado buena adaptación tanto en praderas convencionales como en mejoramientos extensivos (Ayala et al., 2010).

El cuadro No. 2 muestra información de producción anual de este cultivar.

Cuadro No. 2. Producción de forraje según edad de *Trifolium repens* cv. Estanduela Zapicán, expresado en kgMS/ha/año

kgMS/ha/año	AÑO		
	1	2	3
Promedio	6407	9360	6988
Máximo	8856	15411	7495
Mínimo	2111	1546	6481

2.1.3 *Lotus corniculatus*

El *Lotus corniculatus* es una especie perenne estival, de crecimiento erecto a decumbente variable según cada cultivar (Carámbula, 2010a). Es una de las leguminosas más utilizadas a nivel país a causa de su adaptación a un amplio rango de suelos y por no provocar meteorismo. Presenta buena respuesta a la fertilización fosfatada aunque no exige altos niveles de fósforo en el suelo (Ayala et al., 2010). Brinda un buen potencial de producción primavero-estivo-otoñal con posibilidades de producción a fin del invierno en cultivares tempranos.

Su tolerancia a las sequías, su elevado valor nutritivo y su persistencia, hacen del *Lotus corniculatus* una especie muy recomendable para ser incluida en mezclas forrajeras (Formoso, 1996). Posee un sistema radicular vigoroso de profundidad intermedia, formado por una raíz pivotante y ramificaciones laterales que le confieren gran resistencia a las deficiencias hídricas (Zanoniani y Ducamp, 2004). La calidad de forraje de este lotus no desciende tan velozmente al avanzar el ciclo y se mantiene con muy buena calidad para ser diferido (Carámbula, 2010a).

Esta especie normalmente se utiliza en pasturas de larga vida, formando parte de mezclas con gramíneas. Sin embargo, también es posible sembrarla en cultivos puros ya que no produce meteorismo (Carámbula, 2010a).

El *Lotus corniculatus* se ajusta a una amplia gama de suelos en los cuales puede ser capaz de desarrollar su extenso sistema radicular, lo que lo hace poco adaptado a suelos superficiales (Zanoniani y Ducamp, 2004). Es una especie sumamente flexible, pudiendo presentar buen desarrollo tanto en suelos arenosos como en arcillosos. A su vez, se adapta a un rango muy amplio de humedad en suelo. Se ha advertido que crece mejor donde el pH del suelo varía entre 6,4 y 6,6 (Langer, 1981).

Este lotus es una de las especies más sensibles a las prácticas de manejo (García, citado por Carámbula, 2010a). De este modo, si una pastura perenne de *Lotus spp.* ha de subsistir, es ineludible la necesidad de someterla a un pastoreo rotativo, y para obtener un rendimiento elevado, la pastura no debe ser pastoreada muy intensamente (Langer, 1981). Un manejo intenso en otoño, que conceda la entrada de luz a horizontes más profundos cuando mejoran las condiciones climáticas (mejor balance hídrico y menor temperatura), favorece la reinstalación de nuevas plantas y rebrotes desde la corona. Este aspecto es de particular importancia dada la buena producción de semilla y excelente resiembra de esta especie bajo pastoreos racionales (Zanoniani y Ducamp, 2004). Las mayores producciones y longevidades se obtienen cuando se manejan cortes con frecuencias de aproximadamente 20 cm e intensidades de entre 3 y 6 cm (Formoso, 1996).

Según Zanoniani y Ducamp (2004) esta leguminosa presenta como característica fundamental el alargamiento en altura de los entrenudos formando lo que se conoce como tallo erecto; esto provoca que el pastoreo retire no solamente los folíolos sino también meristemas apicales y axilares que se ubican por encima de la altura de corte. A su vez, este alargamiento determina que las hojas más jóvenes se coloquen en la parte superior del canopeo y que sean susceptibles a ser removidas por el diente animal, determinando casi siempre que el área foliar remanente luego del pastoreo sea nula o de escasa capacidad fotosintética. Es por ello que el rebrote pasa a depender mayormente de las reservas acumuladas previamente, aunque dichas reservas son bajas en relación a las acumuladas por otras leguminosas sembradas.

Este lotus presenta una incidencia importante de enfermedades a hongos de la raíz y la corona, como lo son algunos del género *Fusarium* (Ayala et al., 2010), por lo que el objetivo del mejoramiento genético se enfocaría en desarrollar cultivares resistentes antes que buscar mayor persistencia por hábito de crecimiento (Carámbula, 2010a).

Las densidades de siembra recomendadas son entre 10 y 12 kg/há en siembras puras y entre 4 y 10 kg/há sembrado en mezclas (Carámbula, 2010a).

En Uruguay están registrados dos tipos de cultivares de *Lotus corniculatus*, los cuales se diferencian por el crecimiento invernal: tipo europeo y tipo Empire. Los cultivares de tipo europeo son los más adaptados a las condiciones de nuestro país, presentando crecimiento en invierno cuando no se presentan fríos extremos, por lo que se definen como cultivares sin latencia o dormancia invernal. El cultivar Empire fue el primer material seleccionado en

Estados Unidos, y tiene un largo período de reposo invernal, que en Uruguay se prolonga desde abril hasta setiembre inclusive; algunos cultivares de este tipo evaluados en Uruguay, sin tener una dormancia tan extrema, producen menos forraje en otoño, invierno y primavera (Ayala et al., 2010).

Lotus corniculatus cv. San Gabriel es un cultivar de tipo europeo, el cual se mantiene activo durante el inicio del invierno prolongando su período de aprovechamiento. Supera a otros cultivares en producción anual e invernal y su mayor aporte se produce a partir de la primavera temprana. Es un cultivar que florece temprano, desde noviembre, y tiene un período de floración muy prolongado. Se adapta en forma excelente al pastoreo y tiene buena estabilidad productiva en diferentes ambientes agroecológicos siendo así que prospera muy bien en suelos arenosos, pesados e hidromórficos siempre que estos no sean superficiales. Por sus menores requerimientos, es la leguminosa perenne más productiva en suelos ácidos, desgastados y pobres en fósforo. Su uso está muy difundido en siembra directa y mejoramientos de campo natural. Es un cultivar versátil que puede incluirse en todas las mezclas forrajeras combinándose tanto con gramíneas perennes como anuales, ya sea como única leguminosa de la mezcla o en combinación con otras leguminosas. La presencia de taninos facilita el manejo del pastoreo, permitiendo acceder a alta calidad de forraje sin producir meteorismo; 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).

Los datos de producción anual de este cultivar se muestran en el cuadro a continuación.

Cuadro No. 3. Producción de forraje según edad de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, expresado en kgMS/ha/año

kgMS/ha/año	AÑO		
	1	2	3
Promedio	4822	10406	3527
Máximo	8211	15971	7067
Mínimo	2319	5050	550

2.1.4 Dactylis glomerata

Es una gramínea perenne invernal, cespitosa con macollos achatados (Langer, 1981). Forma un tapiz abierto con matas individuales definidas. Al no poseer rizomas ni estolones presenta un bajo poder agresivo. Es una especie que resiste moderadamente los fríos, produciendo bien aún en presencia de altas temperaturas, siempre que la humedad sea suficiente (Carámbula, 2010a).

Se adapta a un amplio rango de suelos, desde arenosos a pesados aunque su mejor desempeño se obtiene en suelos de texturas medias y permeables. Es poco tolerante a excesos hídricos por lo que no debe utilizarse en suelos húmedos mal drenados y tiene menores requerimientos de fertilidad que festuca, falaris y raigrás (Ayala et al., 2010). Se destaca por su resistencia a la sequía y crecimiento durante el verano (García, 2003), aunque según Carámbula (2007a) posee un peor comportamiento que festuca ya que presenta un sistema radicular superficial, por lo que deberá promoverse su expansión antes y durante el verano, a través del mantenimiento de áreas foliares adecuadas. Otra característica a destacar es su capacidad de crecer a la sombra, lo que permite sembrarlo en asociación con cereales (Carámbula, 2010a).

Presenta mayor vigor inicial que la festuca y menor que raigrás perenne, produciendo un aumento rápido de la cantidad de macollos, lo que promueve una implantación correcta y por lo general sólo supera en rendimiento a la festuca en el primer año de vida (Bautés y Zarza, citados por Carámbula, 2010a).

Antes y durante el verano, el dactylis debe manejarse de forma de promover una buena formación radicular y mantener áreas foliares adecuadas, a causa de que posee un sistema radicular muy superficial. De este modo se favorecerá su persistencia en el verano, ya que no posee mecanismos de latencia y sus sistemas radiculares están activos durante casi todo el año (Carámbula, 2010a).

Esta especie acepta pastoreos frecuentes pero no intensos ya que las reservas se localizan en las bases de las macollas y en las vainas foliares, y en caso contrario los animales afectarían a las plantas al consumir directamente dichas sustancias (Carámbula, 2010a). Pastoreos continuos e intensos, especialmente en verano, reducen su persistencia (García, 2003). En otoño se debe permitir que la pastura crezca y reponga reservas (Ayala et al., 2010).

A menos que sea sometida a un pastoreo frecuente, tiene tendencia a tornarse algo grosera y muy cespitosa, y en estas condiciones no es muy aceptada por los animales en pastoreo (Langer, 1981). Esto cobra mayor importancia durante la floración (en primavera) donde ocurre una alta producción de forraje, el cual es deseable que mantenga la mejor calidad posible, lográndose este objetivo al mantener las plantas en estado vegetativo (Carámbula, 2007a).

El dactylis es una especie que requiere que los rechazos sean lo menor posible respetando su manejo, debido a que los restos de sus plantas no se descomponen fácilmente y los animales no comen la mezcla de rebrotes y restos viejos (Carámbula, 2010a).

En mezclas con leguminosas siempre debe tenerse en cuenta los manejos más apropiados para cada leguminosa acompañante; sin embargo, su baja agresividad permite obtener mezclas bien balanceadas. En caso de asociaciones con alfalfa, deben buscarse cultivares de alfalfa que resistan a los fríos y que tengan crecimiento primaveral temprano, con lo que se logrará buena calidad. Si bien el principal uso del pasto azul es bajo pastoreo en mezclas con leguminosas, también puede henificarse, ensilarse o hacerse enolaje (Carámbula, 2010a).

Las densidades de siembra recomendadas para *Dactylis glomerata* son entre 10 y 15 kg/ha en puro y entre 8 y 10 kg/ha en mezclas.

El cultivar INIA Perseo fue obtenido en La Estanzuela luego de tres ciclos de selección con énfasis en rendimiento y sanidad (Ayala et al., 2010). Tiene una floración temprana, en octubre (próxima al 07/10) (Ayala et al., 2010). Es un cultivar resistente a royas; a manchas tiene un peor comportamiento teniendo en algunos años mucha AF afectada por las mismas (INASE, 2011, 2012). A pesar de esto en general tiene una buena sanidad foliar, aspecto muy destacable en materiales de floración temprana, que son generalmente los más susceptibles. Presenta un hábito de crecimiento semierecto. Posee rendimientos de forraje destacables y superiores que el testigo de INIA LE Oberón en verano y otoño (Ayala et al., 2010).

Los datos de producción anual de este cultivar se muestran en el cuadro a continuación.

Cuadro No. 4. Producción de forraje según edad de *Dactylis glomerata* cv. Perseo, expresado en kgMS/ha/año

kgMS/ha/año	AÑO		
	1	2	3
Promedio	6052	10140	8278
Máximo	9264	16105	13635
Mínimo	3923	5856	3152

2.1.5 *Medicago sativa*

Esta leguminosa perenne de ciclo estival es uno de los cultivos más antiguos. Sus bondades han permitido que se la haya apodado como “reina de las forrajeras”. Planta prototipo de los cultivos henificables y de los pastoreos rotativos presenta cualidades excelentes, por sus altos rendimientos en cantidad y calidad de forraje, por su carácter mejorador de suelos y restaurador de fertilidad en las rotaciones, así como por su adaptación en regiones muy diversas (Carámbula, 2010a).

Los cotiledones y las hojas presentan yemas axilares, y es a partir de estas que se producen tallos adicionales que soportan hojas, las que suministran una fuente adicional de sitios con yemas axilares. Oportunamente, se forma la corona, una región compleja y mal definida, que suministra la principal fuente de regeneración luego que la planta ha sido cortada o pastoreada. La alfalfa cuando es defoliada, pierde los puntos de crecimiento de los tallos altos de manera que la disponibilidad de yemas para el crecimiento de nuevos tallos es de gran importancia. Esta leguminosa es muy vulnerable a la competencia por luz por lo que debe ser protegida de la competencia ejercida por las malezas o especies asociadas (Langer, 1981).

Requiere suelos fértiles, profundos y con buen drenaje, con elevados niveles de fósforo. Tiene un muy alto valor nutritivo, aunque varía constantemente a lo largo del año, siendo superior en primavera y principalmente durante el estado vegetativo, lo que trae como consecuencia un elevado consumo por parte de los animales (Carámbula, 2010a).

La alfalfa presenta su mayor producción en primavera, época en las que normalmente las condiciones climáticas favorecen su buen crecimiento. No obstante, entrando el verano las condiciones de temperatura y humedad se hacen menos favorables, por lo que su comportamiento se hace más variable, dependiendo especialmente de la profundidad del suelo y de las reservas de agua del mismo (Carámbula, 2010a).

Durante el otoño su producción es relativamente baja. A lo largo de esta estación se debe realizar un manejo cauteloso para favorecer su supervivencia y productividad lo que impide contar de manera segura con esta especie y por consiguiente se debe considerar la posibilidad de que no se registre una contribución activa en este período (Carámbula, 2010a).

En cuanto al manejo de la defoliación, la alfalfa es una especie que se adapta perfectamente al pastoreo rotativo o racional, con el cual se favorece una acumulación eficiente de reservas. Si hubiera que crear una forrajera ideal para ser manejada bajo pastoreo rotativo, ésta tendría las mismas características de la alfalfa (Carámbula, 1977).

El manejo del pastoreo debe realizarse respetando el ciclo de reservas de las plantas, lo cual se logra mediante pastoreos rotativos, de esta manera se puede obtener una persistencia de cuatro a cinco años (Formoso, 2000b).

El nivel mínimo de reservas de la planta generalmente ocurre cuando las plantas alcanzan 15 a 20 cm de altura, por lo que en esta etapa es absolutamente desaconsejable el pastoreo. En este punto el crecimiento vigoroso de tallos y hojas producen suficiente energía para continuar con el crecimiento y comenzar nuevamente el almacenaje de reservas. El momento adecuado de pastoreo se corresponde con dos estados específicos de crecimiento: la aparición del rebrote basal o el inicio de la floración (Rebuffo, 2000).

Otro aspecto importante a recordar es que los pastoreos severos temprano en la primavera, reducen sustancialmente la producción posterior y favorecen la expansión rápida de malezas (Carámbula, 2010a).

Las densidades de siembra recomendadas para esta especie oscilan entre los 12 y 20 kg/ha, según sea sembrada en mezcla o como cultivo puro (Carámbula, 2010a).

Los cultivares que se comercializan en Uruguay son clasificados de acuerdo con su grado de reposo invernal en: sin reposo, con reposo corto y con reposo largo. El mayor contraste entre los grupos se observa entre la arquitectura de las plantas, la persistencia, y la estacionalidad de la producción de forraje (Carámbula, 2010a).

Aquellos cultivares que presentan mayor reposo invernal se comportan mejor frente a enfermedades foliares. Por otra parte los cultivares sin latencia son generalmente susceptibles a las mismas. Siendo los cultivares de latencia

intermedia seleccionados en Uruguay y Argentina superiores a los de origen americano, que provienen de climas más secos (Ayala et al., 2010).

El cultivar Estanduela Chaná surge de una selección por persistencia sobre alfalfares de origen italiano. Se caracteriza por sus plantas de porte erecto y tallos largos, de coronas grandes con numerosos tallos, de reposo invernal corto y floración intermedia poco profusa. Presenta excelente precocidad y vigor de plántulas lo que determina su alto rendimiento en el primer año, cuando se siembra en otoño temprano. Se destaca por su alta producción en todo el ciclo, entregando el 50% del forraje total en el verano. Su rápida recuperación después del corte permite obtener hasta 6 cortes al año (Rebuffo, 2000). El cultivar Estanduela Chaná es uno de los mejores cultivares frente a roya pero es algo más afectado por manchas en general (Rebuffo, 2000).

Los datos de producción anual de este cultivar se muestran en el cuadro a continuación.

Cuadro No. 5. Producción de forraje según edad de Medicago sativa cv. Chaná, expresado en kgMS/ha/año

kgMS/ha/año	AÑO		
	1	2	3
Promedio	5475	13819	11588
Máximo	9422	19328	15775
Mínimo	2967	8346	8398

2.1.6 Lolium perenne

El raigrás perenne es una de las gramíneas forrajeras más antiguas y contribuye a formar las mejores pasturas del mundo. Se trata de una especie de gran adaptación al pastoreo debido a su facilidad de rebrote, resistencia al pisoteo y alta agresividad (Carámbula, 2010a). Es una especie duradera capaz de producir un gran número de macollos (Langer, 1981). Se utiliza para pasturas en seco o bajo riego, tanto para pastoreo directo como heno o ensilado. Tiene excelente vigor inicial, lo que le otorga gran facilidad para establecerse, presentando además una rápida recuperación luego del pastoreo.

Tiene un sistema radicular denso como consecuencia del menor diámetro de raíces respecto a otras gramíneas, lo que le otorga mayor capacidad de exploración del suelo (Muslera y Ratera, 1991). Sin embargo

estas no son profundizadoras por lo cual no se puede considerar resistente al déficit hídrico (Romero y Bonert, 1979).

Se adapta a una amplia gama de ambientes, siempre que posean una buena distribución de lluvias y temperaturas moderadas. Desafortunadamente, varias de las condiciones ecológicas que presenta la Región y particularmente Uruguay son limitantes para que esta especie prospere o al menos lo hagan la mayoría de los cultivares disponibles (Carámbula, 2010a).

Tiene requerimientos de frío y entra al verano con buena población de macollos vegetativos, pero su persistencia vegetativa depende del cultivar y el ambiente. En regiones de temperaturas estivales frescas estos raigrases pueden tener una duración productiva de 2 a 4 años. Sin embargo en Uruguay el verano es demasiado caliente para estas especies, que por lo general no duran más de dos años y muchas veces la mayoría de las plantas no sobreviven el primer verano (Ayala et al., 2010). La baja persistencia provoca que esta gramínea sea susceptible a la invasión de malezas, causando pérdidas de producción y calidad (AGTR, 2008).

Por consiguiente, resulta fundamental dotar al raigrás perenne de sistemas radiculares vigorosos y activos, objetivo que en esta especie, más que ninguna otra gramínea perenne invernal, debe ser cubierto indefectiblemente, para lograr pasturas exitosas. Para lograr dichos sistemas radiculares en verano, se debe comenzar por aplicar el manejo adecuado desde el verano anterior, recordando que el crecimiento de los sistemas radiculares del raigrás perenne, como el de todas las gramíneas perennes invernales, se concreta antes que el crecimiento de la parte aérea (Carámbula, 2010a).

Se debe comprender que la rapidez y eficiencia con que se realice el crecimiento de los sistemas radiculares, será tanto menor cuanto más maltratadas hayan sido las plantas por sobrepastoreos en invierno. En esas circunstancias no solamente se impedirá la acumulación de reservas en los órganos más perecederos de las plantas, sino que el sobrepastoreo altera también el microambiente debido a la acción física del pisoteo sobre la parte aérea de las plantas (magullada y enterrada) y sobre la parte subterránea (compactación, falta de aireación y menor infiltración del agua) (Carámbula, 2010a).

Las densidades de siembra del raigrás perenne son de 20 kg/ha si se siembra en mezcla o de 25 kg/ha si se siembra puro (Carámbula, 2010a).

El raigrás perenne Base tiene la peculiaridad de estar inoculado con una de las razas de endófitos atenuados más recientemente aisladas en Nueva

Zelanda: la cepa AR37. Esta cepa de *Neotyphodium lolii* no produce ergovalinas, lolitremos ni peraminas, por lo que no presentaría efectos adversos graves ni permanentes sobre el metabolismo y desempeño animal. Lo interesante de la raza AR37 es que sí produce un alcaloide que actuaría simbióticamente apoyando el biocontrol sobre una determinada serie de insectos plaga (Larraín, 2009). También es destacable el hecho de que la incidencia de roya es significativamente inferior en el cultivar Base en comparación con otros clásicos cultivares de raigrás perenne.¹

En el cuadro siguiente se exponen los datos de producción, que fueron tomados directamente de las evaluaciones llevadas a término por la empresa semillerista importadora de este cultivar (PGG Wrightson Seeds Southamerica), ya que al presente no se encuentran disponibles los resultados de la evaluaciones de cultivares oficiales de INIA-INASE.

Cuadro No. 6. Producción de forraje según edad de *Lolium perenne* cv. Base, expresado en kgMS/ha/año.

kgMS/ha/año	AÑO	
	1	2
Promedio	11779	11978
Máximo	13013	12848
Mínimo	10544	11107

2.1.7 *Trifolium pratense*

Es una especie perenne de vida corta, proveniente de regiones templadas, con crecimiento aéreo muy ramificado, semierecto, que surge de una corona situada por encima de la superficie del suelo (Langer, 1981). Ha adquirido mucha importancia por su precocidad, adaptación a todo tipo de siembra, buena distribución estacional y altos rendimientos forrajeros. Estudios sobre el comportamiento en mezclas forrajeras han demostrado que las mayores producciones fueron alcanzadas en aquellas mezclas donde este trébol es el componente leguminosa (Formoso, 2011).

Debe considerarse siempre que se trata de una especie perenne de vida corta, bianual, debido a la presencia de enfermedades y a que su resiembra natural no es confiable (Izaguirre 1995, Carámbula 2010a), conduciendo a la

¹ Darino, E. 2014. Evaluación de raigrás perenne Base. Kiyú, PGG Wrightson Seeds. 9 p. (sin publicar).

desaparición de muchas plantas en el primer verano. Por lo tanto en pasturas constituidas por gramíneas perennes, deberá ir siempre acompañada por alguna leguminosa perenne de vida larga, que posea buena sanidad y se resiembre naturalmente sin dificultades (Carámbula, 2010a).

En referencia a sus exigencias en suelos, tolera bien la humedad en invierno y responde de manera excepcional al riego en verano. En los suelos ácidos, por sus bondades puede ocupar el lugar de la alfalfa (Carámbula 2010a, Ayala et al. 2010). Presenta el inconveniente de producir altos índices de meteorismo en ganado en pastoreo directo, incluso más que trébol blanco, probablemente porque el volumen y succulencia del forraje son relativamente mayores (Izaguirre, 1995).

Debe sembrarse temprano en el otoño, dado que sus plántulas son sensibles al frío. En siembras oportunas, compiten fuertemente con otros pastos y leguminosas, particularmente bajo condiciones favorables de humedad y temperatura y producen altos volúmenes de forraje en su primer año. Esta característica compensa su vida corta y justifica su inclusión en mezclas para pasturas permanentes, las cuales normalmente no son muy productivas en el primer año y principios del segundo (Carámbula, 1977).

Kendall, citado por Carámbula (1977), afirma que debido a su sistema radicular medianamente profundo, esta leguminosa es menos resistente a la sequía que el lotus y la alfalfa, y responde en forma notable al riego llegando a crecer con temperaturas moderadas de verano siempre que disponga de cantidades suficientes de humedad. A pesar de ser una especie con capacidad de crecer todo el año y tener raíz pivotante, tiene muy alta susceptibilidad al estrés causado por déficit hídrico, por lo que es superada por alfalfa en producción estival (Ayala et al., 2010).

En general los tréboles rojos no toleran el pastoreo intenso y frecuente. El pastoreo prolongado y frecuente ocasiona una rápida muerte de las plantas, probablemente por agotamiento de las reservas almacenadas en la raíz para el rebrote (Langer, 1981). Para pastoreo se recomienda siempre sembrarla asociada a una gramínea como *Lolium multiflorum*, cualquiera sea su ciclo anual o bianual. De esta manera se controlará mejor el alto poder meteorizante de esta especie, así como su actividad estrogénica, como consecuencia de su riqueza de isoflavonas (Carámbula, 2010a).

En cuanto a su ventaja para hacer reservas, se trata probablemente de la leguminosa más adecuada para ser ensilada, aún temprano en su ciclo, ya que presenta en comparación con la alfalfa una muy buena digestibilidad asociada a

un contenido de proteínas ligeramente inferior y a un contenido de glúcidos más alto que aquella (Carámbula, 2010a).

La densidad de siembra de este trébol varía entre 6 y 8 kg/ha (Carámbula, 2010a).

Las variedades de trébol rojo se pueden clasificar, según su grado de latencia invernal y fecha de floración, en tres grupos. Un primer grupo corresponde a los materiales que no tienen latencia y son de floración muy temprana. Un segundo grupo con cierta latencia invernal y floración intermedia. Y un tercer grupo con latencia invernal prolongada y floración tardía (Rebuffo y García, 1991).

Los cultivares adaptados a climas fríos son de floración tardía y se comportan como perennes, pero en climas templados y más cálidos son de floración intermedia y temprana, ya que el ciclo vital de la planta suele reducirse de tal forma que se comporta respectivamente como bianual e incluso anual (Carámbula, 2010a).

Los cultivares tradicionalmente utilizados en Uruguay responden al tipo sin latencia, con muy buen desarrollo en invierno. Estos cultivares también se definen como cultivares de floración temprana, logran tener al menos dos secuencias de crecimiento basal y elongación de tallos en el año. Los principales cultivares comercializados en el país son: Estanzuela 116, Relámpago, Tropero, Antares (LE 113) (Ayala et al., 2010).

La combinación de ciclo de producción y persistencia contribuye a reducir la invasión de malezas estivales, especialmente en el segundo verano. El uso de variedades de distinto ciclo diversifica la oferta de forraje de calidad en distintas estaciones tendiendo a lograr una oferta más sostenida de forraje de calidad (Rebuffo y García, 1991).

El cultivar Estanzuela 116 proviene de una selección sobre materiales introducidos de Nueva Zelanda. Es un cultivar diploide, de porte erecto a semierecto, de floración temprana, bianual, sin latencia invernal. Posee una destacada precocidad y alta producción total e invernal, característica que lo diferencia de los cultivares con latencia, aún de los más productivos. Su pico de máxima producción se presenta en noviembre. Su vida productiva es de dos años, con eventuales aportes de forraje en la tercera primavera. Estanzuela 116 se destaca por su alto potencial productivo en pasturas de ciclo corto. Tiene excelente rebrote con rápida producción de tallos, que junto con el ciclo corto, contribuyen a aumentar el rendimiento. Cuando el agua no es limitante, tiene buenas tasas de crecimiento en el primer verano. La producción del segundo

verano está restringida a la incidencia de podredumbres radiculares, las altas temperaturas y déficit hídrico, cuyos efectos combinados reducen el stand de plantas (Ayala et al., 2010).

Los datos de producción anual de este cultivar se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 7. Producción de forraje según edad de *Trifolium pratense* cv. Estanduela 116, expresado en kgMS/ha/año

kgMS/ha/año	AÑO	
	1	2
Promedio	7130	11574
Máximo	10295	14669
Mínimo	4824	6799

2.2 IMPLANTACIÓN DE ESPECIES FORRAJERAS

El período de implantación es crítico en la producción de pasturas en Uruguay, ya que se manejan porcentajes de entorno al 30% de pasturas con problemas de implantación en años normales, pudiendo esta cifra alcanzar valores cercanos al 60% en años desastre. En esta fase es fundamental comenzar con poblaciones adecuadas de plantas y un balance equilibrado entre las distintas especies. Para lograr esto se destacan la siembra en líneas y la localización del fertilizante, lo que optimiza no sólo el uso de insumos sino también la eficiencia final del proceso (Carábula, 2010a).

Según Formoso (2006), las claves para obtener buenas implantaciones son: utilizar semilla de garantizada buena calidad, manejar el sistema suelo-rastrojo para cerciorar niveles de humedad adecuados durante la germinación y el establecimiento, asegurar un buen contacto semilla-suelo que garantice un abasto de agua permanente a la semilla, asegurarse una profundidad de siembra adecuada y homogénea, y por último asegurar un correcto tapado de la semilla.

En la etapa de crecimiento inicial se distinguen tres fases fundamentales en la vida de una plántula: germinación, emergencia y establecimiento. La mortandad de las plántulas puede darse como consecuencia de varios motivos, entre los cuales se destacan el medio

ambiente, como los extremos hídricos y bajas temperaturas, enfermedades y plagas, y sustancias alelopáticas (Carámbula et al., 1994).

En las gramíneas la germinación comprende el crecimiento del germen, la ruptura de la semilla, y la aparición de la radícula y el coleoptile. En las leguminosas simplemente la aparición de la radícula. Esta primera etapa depende de factores externos como temperatura, luz, humedad y oxígeno, y de factores intrínsecos de la semilla como permeabilidad y madurez fisiológica (Moliterno 2000, Carámbula 2007b). Tanto leguminosas como gramíneas de clima templado germinan dentro de un amplio rango de temperaturas que van desde 5 a 35°C, siendo óptimas la temperaturas ubicadas entre 19 y 25°C (Barbarosa, citado por Albano et al., 2013).

La emergencia, consiste en la aparición de la plántula sobre la superficie del suelo. La velocidad de emergencia resulta muy importante desde que en esta etapa no fotosintética, el crecimiento de la plántula depende exclusivamente de las reservas de las semillas, siendo a la vez expuesta a infinidad de factores desfavorables (Carámbula, 2007b).

El establecimiento se refiere al número de plántulas saludables que se instituyen en la pastura y se expresa como porcentaje del número de semillas viables sembradas. Está limitado a las primeras etapas de la vida, período denominado de desarrollo (Carámbula, 2007b).

Para lograr buenos resultados, Formoso (2006) resalta la importancia de utilizar semilla de buena calidad. Si no se cumple con esta exigencia, por mejor que se realicen el resto de las actividades, los resultados no serán los esperados. Cuando se habla de semilla de calidad se hace referencia a un material que cumpla con los niveles adecuados de pureza física, varietal, germinación y peso de mil semillas. El autor afirma que, en general, aumentos en el tamaño de semilla, mejoran sustancialmente los porcentajes de implantación.

Dentro del sistema semilla-suelo-tren de siembra de la sembradora interactúan muchos factores, entre ellos, los restos vegetales, la estructura de la zona más superficial del suelo donde se ubica la cama de siembra y especialmente la humedad tienen impactos muy importantes (Formoso, 2006).

Para maximizar la implantación es necesario colocar la semilla en las mejores condiciones posibles y un factor determinante es conseguir una adecuada y uniforme profundidad de siembra. Es imprescindible lograr buen contacto de la semilla con el suelo por debajo y por encima de la misma, que permita un correcto movimiento de agua y así una rápida germinación

(Silbermann, s.f.). Mediciones del porcentaje de plántulas obtenidas con siembras a distinta profundidades y con distintas coberturas han mostraron que, mantener un buen rastrojo que retrase la desecación y sembrar en el entorno de medio centímetro de profundidad, resulta la mejor alternativa de siembra, tanto para gramíneas como para leguminosas (Formoso, citado por Silbermann, s.f.).

La siembra es una etapa clave en el proceso de implantación. Especies perennes tienen un menor vigor y crecimiento inicial más lento que las forrajeras anuales y, a su vez, mucho menor que las malezas. La competencia ejercida por las malezas no sólo incidirá negativamente sobre el número de plantas, sino que también en el desarrollo futuro de las mismas, perjudicando la persistencia de la pastura. La clave para mantener una baja presión de malezas es conservar las chacras limpias mediante el uso de herbicidas pre-emergentes y realizando controles post-emergentes tan temprano como el desarrollo de la pastura y los tipos de herbicida lo permitan (Silbermann, s.f.). Zanoniani, citado por Silbermann (s.f.), propone que la disminución de la producción de la pastura está explicada en un 88% por el aumento de los kg MS/ha de malezas.

Uno de los objetivos al fijar la época de siembra es lograr que las plántulas alcancen un estado de desarrollo rápido que les permita sobrevivir períodos anticipados de estrés, dados por condiciones ambientales desfavorables (Carámbula, 2007b). Para la mayor parte del Uruguay la fecha de siembra óptima se encuentra en el período comprendido desde principios de abril hasta mediados de mayo, debido a que es la época del año con mayor probabilidad de ocurrencia de condiciones favorables para una siembra exitosa, teniendo en cuenta especialmente los factores climáticos como lo son las lluvias y temperaturas adecuadas (Millot et al., 1987). En caso de siembras tardías de otoño, comprendidas desde mitad de abril hasta la primera quincena de junio, se debe tener precauciones con las posibles heladas que pueden afectar las pequeñas plántulas. Las siembras tempranas permiten que se ingrese al invierno con raíces de mayor tamaño y con reservas suficientes para soportar las bajas temperaturas en esta estación (Barbarosa, citado por Albano et al., 2013).

La fecha de siembra condicionará el ambiente en que a cada especie le toca implantarse. Esto afecta en forma muy diversa a las distintas especies que utilizamos (Silbermann, s.f.). En este sentido, Gomes de Freitas y Klassen (2011) analizando una mezcla constituida por dactylis y alfalfa y otra compuesta por festuca, trébol blanco y lotus corniculatus, y comparando dos fechas de siembra distintas, los días 17 de mayo –temprano- y el 14 de junio –tarde-, obtuvieron resultados que muestran que el dactylis posee una capacidad de crecimiento inicial mucho mayor que la festuca cuando ambas se

siembran temprano, diferencia que se extingue al correrse a la fecha de siembra tardía. Esto no sólo afecta la producción de forraje durante el primer año, también genera plantas totalmente diferentes para enfrentar las condiciones adversas del verano (Silbermann, s.f.).

La temperatura influye directamente sobre la velocidad de cualquier proceso biológico. Es así que valores térmicos extremos, altos o bajos, especialmente valores altos, pueden determinar la muerte de muchas plántulas. La humedad en cambio, al ser una variable discontinua y con alta variabilidad, es generalmente la causa primordial en determinar malas implantaciones. Para combatir esto se recomienda mantener el suelo con buena cobertura vegetal y lograr tiempos de barbecho largos, lo que aumenta el nivel de humedad en el suelo y disminuye los riesgos de estrés hídrico. Es muy importante tener en cuenta estos factores porque, una vez que la semilla absorbe agua y libera los procesos iniciales de germinación, si se interrumpe la disponibilidad de agua, el embrión muere, los porcentajes de implantación disminuyen y las pasturas pueden quedar ralas o directamente perderse (Formoso, 2006).

Por lo general, las semillas de leguminosas absorben mayor cantidad de agua que las de gramíneas, inician antes la germinación, presentan una fase de transporte de reservas más extendida y rompen el tegumento por protusión de la radícula después. En todos estos procesos el agua juega un rol protagónico. Es por esto que, asegurando un mejor contacto semilla suelo, que certifique un veloz, adecuado y perpetuo suministro de agua a la semilla, disminuyen los días necesarios para germinar, y se obtienen los mayores porcentajes de implantación (Formoso, 2006).

En relación al impacto que del tipo de barbecho, Brito del Pino et al. (2008) demostraron que los cultivos agrícolas como moha, soja y sorgo, son los de mejores tendencias como antecesores, ya que al ser anuales permiten preparar una correcta cama de siembra, realizando un efectivo control de especies maleza, y alcanzando sobre éstos implantaciones del entorno del 30%. En contraposición, el campo natural es el antecesor sobre el cual se logran los menores porcentajes de implantación, logrando niveles cercanos al 15%. Al campo natural le siguen praderas viejas, raigrás y avena.

En síntesis, la buena implantación de una pradera muchas veces puede verse afectada por factores que inciden negativamente sobre los procesos de germinación, emergencia y establecimiento. El proceso de germinación puede fracasar por problemas de temperaturas inadecuadas, falta de humedad y aireación, falta de luz en el caso de las gramíneas, o exceso de semillas duras en el caso de las leguminosas. Por otro lado, la emergencia puede ser alterada por condiciones climáticas contraproducentes tales como sequías, temperaturas

demasiado bajas, falta o exceso de cobertura de la semilla y encostrado del suelo. Por último, la etapa final de la instalación de la pastura puede verse perjudicada por déficit de nutrientes, en especial nitrógeno y fósforo, pH desfavorable, fallas en el proceso de simbiosis originadas por la nodulación de las leguminosas, drenaje pobre de los suelos, sequías pronunciadas, competencia con las malezas, ataque de plagas y enfermedades (Bruno, 2006).

2.3 MEZCLAS FORRAJERAS

Se define como mezcla forrajera a una población artificial integrada por varias especies con diferentes características morfofisiológicas. El resultado de esta asociación junto con los atributos individuales de cada especie, produce un proceso complejo de interferencias que puede tener los siguientes resultados: mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio y por último ninguna interferencia (Carámbula, 2010a).

Las mezclas forrajeras están compuestas por especies gramíneas y leguminosas perennes generalmente. El objetivo de éstas es producir alto rendimiento de materia seca con alto valor nutritivo, durante varios años. Es fundamental que esta producción esté uniformemente distribuida en el año. En Uruguay existen para lograr estos objetivos, dado principalmente por la variación estacional de algunos parámetros ambientales (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Al momento de seleccionar las mezclas es necesario buscar aquellas especies que admitan un manejo similar, para así favorecer la complementariedad. En términos más simples sería elegir la mejor compañera (Blaser et al., citados por Formoso, 2011). Las mezclas forrajeras con mejores resultados productivos y de persistencia para nuestras condiciones se pueden dividir en: de larga duración, de corta duración, y anuales. Las primeras son praderas que con un manejo adecuado deberían durar 4 años. Según Formoso (2006), una alternativa puede ser la mezcla de trébol blanco y lotus corniculatus asociados a una gramínea perenne tal como la festuca o el dactylis; si las características del suelo lo permiten, otra alternativa puede ser alfalfa sola o en mezcla con dactylis o cebadilla. Las segundas tienen una persistencia de dos años. Por lo general en estas mezclas predomina el trébol rojo, el cual puede ir asociado a una gramínea como raigrás.

Las pasturas cultivadas constituidas por mezclas de gramíneas invernales y leguminosas de ciclo invernal y estival alcanzan su máxima producción en primavera (donde ocurre la etapa reproductiva de la mayoría de

las especies sembradas) y su menor producción en verano, determinando la estación de mayor carencia de forraje. La entrega invernal de forraje mayor que la estival está asociada fundamentalmente al nivel de fertilidad de los suelos en cuestión, pudiendo en ciertos casos aproximarse a la producción lograda en otoño (Carámbula, 2010a).

Algunas razones por las que se justifica el uso de mezclas forrajeras en lugar de cultivos puros, serían su mayor producción y uniformidad estacional de la misma, menor variabilidad interanual, ventajas en la alimentación como mayor calidad y menor riesgo de meteorismo (Scheneiter, 2005).

Al momento de elección de las especies a incluir en la mezcla se debe tener en cuenta los siguientes factores: a) la adaptación edáfica de la especie, b) la zona geográfica donde se va a sembrar, c) el destino del recurso, d) duración de la pradera y momento de aprovechamiento, e) y el sistema de producción (Correa, citado por Arenas et al., 2011).

Es así que la respuesta en producción anual y estacional de una mezcla, va a depender de las especies sembradas y del ambiente al que estén sometidas durante su desarrollo y crecimiento. Además el efecto ambiente puede ser alterado a través de la defoliación y el uso de fertilizantes o herbicidas con los que puede controlarse en parte la composición y producción de las pasturas (Scheneiter, 2005).

Es recomendable no incluir más de 4 especies por mezcla y asegurarse que tengan similar comportamiento de crecimiento. Es importante, no incluir especies de alto crecimiento que puedan desplazar a las perennes. La importancia de las leguminosas es provocar no sólo aumentos en los rendimientos de materia seca de las gramíneas, sino que además mejorar la calidad del forraje producido (Hall y Vough, 2007).

2.3.1 Importancia de la mezcla de especies

Algunos autores afirman que no hay pruebas de un aumento en la producción de forraje de las mezclas en comparación con las pasturas puras (Rhodes, citado por Carámbula, 2007a). Otros afirman que la combinación de especies forrajeras debería ser más eficiente para el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles (Jones et al., Rhodes, Harris y Lazenby, citados por Carámbula, 2010a)

En cambio, mezclas de especies templadas y tropicales en un ambiente que permite el crecimiento de ambas rindieron más que una pastura sembrada

únicamente con especies templadas (Jones et al., citados por Santiñaque y Carámbula, 1981).

Existen referencias que para que una mezcla rinda más que cada uno de sus componentes por separado, deberían ser de diferente ciclo, de forma que se superpongan lo menos posible, minimizando la competencia entre éstos (Van der Bergh, citado por Harris y Lazenby, 1974).

Dentro de las especies forrajeras, tanto gramíneas como leguminosas, presentan diferencias en su adaptación a regiones templadas, subtropicales o tropicales, encontrándose diferentes respuestas en estas regiones. Por esto, es común el uso de mezclas forrajeras multipropósito compuestas por tres o cuatro especies complementarias (invernales-estivales), intentando una buena distribución estacional (Carámbula, 2010c).

Carámbula (2010a) afirma que mezclas de especies complementarias, (invernales y estivales) pueden resultar más productivas que las mezclas simples. Por otra parte, la ventaja de la mezcla frente a la especie pura no necesariamente implica que las especies rindan más dentro de la mezcla, sino que las mezclas hacen una utilización más eficiente de los recursos (Fariña y Saravia, 2010).

Esto se acentúa si los ciclos de las especies son complementarios (Carámbula, 2010a). A medida que aumenta el número de especies que componen la mezcla, la contribución individual de cada componente disminuye, no obstante, las especies deprimidas en algún período del año pasan a ser dominantes en otro, donde presentan ventajas comparativas de crecimiento, esta complementación hace posible aumentar los rendimientos globales de las asociaciones (Formoso, 2010).

2.3.2 Componentes de las mezclas

La necesidad de que las pasturas estén formadas por especies de distintas familias surge por diferentes razones. Por un lado, las gramíneas poseen muy buena adaptación a la mayoría de los suelos, no producen meteorismo, presentan muy pocos ataques de plagas y enfermedades, proveen buena persistencia a las pasturas, permiten un adecuado control de malezas de hoja ancha, proveen materia seca a las pasturas a lo largo del año. Las leguminosas por su parte son proveedoras de nitrógeno a las gramíneas, presentan un alto valor nutritivo para la dieta animal y promueven la fertilidad en suelos naturalmente pobres y degradados por mal manejo, mejorando la estructura del suelo, particularmente en profundidad (Carámbula, 2010a).

Es por esto, que al instalar una pastura, el objetivo debe ser lograr un buen balance de gramíneas y leguminosas, para lo cual es aceptado como ideal una proporción de 60 – 70% de las primeras, 20 – 30% de las segundas y 10% de malezas (Carámbula, 2010a).

Langer (1981) afirma que los rendimientos máximos de las mezclas de gramíneas y leguminosas se logran con la fertilización fosfatada de las pasturas estimulando un máximo vigor de las leguminosas y como consecuencia, una máxima fijación de nitrógeno. Si a esto se le agrega el pastoreo con un retorno completo del estiércol y la orina, se maximiza la velocidad de transferencia de nitrógeno de las leguminosas a la gramínea. La cantidad de nitrógeno fijado en los nódulos de las leguminosas no es suficiente para cubrir sus propias necesidades durante el primer año y los inviernos, por lo cual se descarta la capacidad de ofrecérselo a las gramíneas en la mezcla durante estos períodos.

Cabe destacar que mientras una pastura alta en proteínas y baja en carbohidratos solubles (mayor proporción de leguminosas) favorece la producción de leche o el engorde de corderos, un forraje con pasturas “maduras” es más apropiado para la producción de carne vacuna (Carámbula, 2007a).

Las pasturas formadas por gramíneas puras sin fertilización nitrogenada suelen tener serios problemas luego del primer año (Bertin y Scheneiter, citados por Carámbula, 2007a), pero con la inclusión de una leguminosa asociada puede aumentar considerablemente la producción de forraje de la mezcla, como es la inclusión del trébol blanco en una pastura de festuca (Scheneiter y Pagano, 1998). Incluida esta leguminosa se alcanzaron durante primavera – verano valores mayores de digestibilidad, amortiguando el descenso de calidad que presentan las gramíneas puras en esta época del año (Scheneiter, 2000).

En situaciones donde se quiere implementar el uso de leguminosas puras como bancos de proteína, la presencia de una gramínea perenne permite aumentos de un 10 a 20 % en la oferta de forraje sobre la leguminosa pura (Carámbula, 2007a).

Cuando se utilizan leguminosas en pasturas mezclas con gramíneas de ciclos complementarios se puede observar como la entrega de forraje se torna más prolongada y de mejor calidad, promoviéndose la estabilidad de la pastura. Esto estaría dado en detrimento de la producción individual de la o las leguminosas utilizadas en la mezcla comparadas con siembras puras (Carámbula, 2010a).

La asociación de alfalfa con gramíneas templadas, probablemente no produzca un incremento en la producción total de forraje, pero es una alternativa que permite mejorar la curva de oferta forrajera invernal respecto al cultivo puro (Otondo et al., 2008).

Formoso (2000b) señala que esa igualdad en producción de forraje total entre la alfalfa pura y en mezclas con gramíneas perennes ocurre generalmente en los primeros dos a tres años de la pastura, pero en determinadas situaciones, del cuarto año en adelante, la superioridad de las mezclas puede alcanzar registros de 10 a 40%. Esto puede deberse a que la presencia de malezas en las mezclas de alfalfa con una gramínea perenne es sustancialmente inferior a los que presentan los cultivos puros de la leguminosa.

Para un estudio realizado con alfalfa, en el año del establecimiento, la mezcla con festuca, acumuló un 17% más de forraje que la alfalfa pura, fuera fertilizada o no. Si bien la mezcla aportó una mayor cantidad de forraje invernal, no presentó diferencias en digestibilidad con la alfalfa pura, entregando más forraje con similar calidad (Scheneiter y Rimieri, citados por Scheneiter, 2000).

Existen algunos estudios que demuestran que incluir una gramínea en mezcla con alfalfa puede producir disminución del número de plantas de la leguminosa. Bertin y Josifovich, citados por Scheneiter (2000) registraron un efecto negativo mayor con festuca que con dactylis o falaris, dejando en evidencia la importancia de la elección de la gramínea para la persistencia del banco de proteínas formado por la leguminosa. Este problema puede presentarse también con lotus.

La inclusión de mezclas en base a alfalfa en la cadena forrajera de los sistemas de invernada aporta una alta producción de forraje de calidad en verano, época del año donde la mayoría de las forrajeras templadas disminuyen sus tasas de crecimiento y/o pierden calidad permitiendo una terminación eficiente de los animales a campo con buenas ganancias de peso (Otondo et al., 2008).

Además las gramíneas permiten extender la vida útil de la pastura cuando se registran condiciones contraproducentes para la persistencia de la alfalfa (Otondo et al., 2008). Otra ventaja de su utilización en mezclas con gramíneas se produce una vez que la capacidad de fijación de nitrógeno suplementa el nitrógeno necesario del sistema (Dall'Agnol y Meredith Scheffer-Basso, citados por Molinelli et al., 2014).

Haciendo referencia a la inclusión de lotus y trébol blanco asociados en una mezcla, Carámbula (2007a) sostiene que se trata de una mezcla de gran adaptación a diferentes condiciones de suelo, clima y manejos del pastoreo, por lo que generalmente presenta buen comportamiento y versatilidad.

Por otro lado, al tratarse de dos especies de distinto género, presentan distintas susceptibilidades a plagas y enfermedades, por lo tanto la población mezcla de estos individuos actúa de barrera natural de defensa. Otra ventaja que resalta el autor, es que la presencia de lotus reduce las posibilidades de que ocurran problemas de meteorismo en el ganado (Carámbula, 2010a).

Por último, es importante resaltar que la persistencia productiva de estas leguminosas en la pastura está condicionada por un proceso eficiente de formación y enraizamiento de estolones en el trébol blanco y la instalación de plantas nuevas debido a la resiembra natural de ambas especies. La importancia relativa de dichas alternativas de persistencia estará dado por las condiciones ambientales presentes y las medidas de manejo a las cuales sean sometidas (Carámbula, 2007a).

2.3.3 Dinámica de mezclas

En las mezclas forrajeras generalmente se da que en el segundo y tercer año de la pastura hay un balance a favor de las leguminosas, esto es lo que determina la mayor producción de materia seca en estos años y promueve una mayor producción animal aunque con riesgos de meteorismo incrementados (Carámbula, 2010a).

Es probable que este predominio de las leguminosas sobre las gramíneas se debe a que la siembra de las mismas se da sobre suelos pobres y degradados, en los cuales la fertilización fosfatada con la falta de nitrógeno, conduce a una deficiente implantación de las gramíneas e inevitablemente el desbalance de especies en la mezcla (Carámbula, 2007a).

Otra característica que estaría afectando la implantación es que las leguminosas requieren niveles de humedad menor que las gramíneas para germinar debido a características de sus semillas que absorben más agua y germinan más rápido. Por ende, las leguminosas se adaptan a germinaciones en ambientes con niveles restringidos de humedad. Si bien absorben rápidamente agua, también la pierden con velocidad, lo cual es una desventaja (Carámbula, 2010a).

Si bien esta superioridad de las leguminosas tiene aspectos positivos, genera indefectiblemente, aspectos negativos como, pasturas con baja persistencia. Una vez aumentado el nivel de nitrógeno en suelo, mediante la fijación biológica de éste, y teniendo en cuenta la vida corta de las mismas, la invasión de especies más adaptadas pero menos productivas termina dominando las pasturas (Carámbula, 2007a).

Los principales factores que condicionan la dominancia de las leguminosas en las mezclas se reúne en dos grupos: los que actúan desde la implantación de la pastura y los que intervienen a través del manejo. Ambos modifican no solo el balance entre gramíneas y leguminosas sino que también el rendimiento anual de las mismas (Carámbula, 2007a).

Por lo contrario, en suelos fértiles ya sea natural o artificialmente, las mezclas se presentan generalmente bien balanceadas (Bautés y Zarza, citados por Carámbula, 2007a).

A partir del tercer año de la pastura se afirman las gramíneas si es que fueron bien implantadas desde el inicio. Las leguminosas pueden sufrir pérdidas de plantas en veranos secos, por lo tanto es importante la generación de buenos bancos de semilla (Carámbula, 2007a).

Uno de los principales focos de inestabilidad de las pasturas es la invasión de malezas en el verano. Éstas encuentran las mejores condiciones para su crecimiento, en los espacios de suelo descubierto que aparecen en el verano como consecuencia de la desaparición de las leguminosas invernales sensibles a las sequías, constituyendo nichos para las especies invasoras. El enmalezamiento depende básicamente del tipo de mezcla forrajera y es ésta la que determina la intensidad y velocidad de este proceso. Aquellas formadas por especies anuales son las más infectadas, mientras que a medida se perenniza más la mezcla este efecto ocurre con menor frecuencia (Carámbula, 2007a).

Según Moliterno (2002), en el primer año, la inclusión de una gramínea anual con alto vigor inicial en la mezcla, tiene efectos positivos muy importantes en la producción total de forraje y en mantener bajos los porcentajes de malezas (Carámbula, 2007a). Un aspecto de enorme importancia a tener en cuenta cuando se elaboran mezclas forrajeras es que las mezclas que no incluyen gramíneas perennes en su formulación, generalmente terminan convirtiéndose en gramillales (Formoso, 2006).

Los diferentes grados de enmalezamiento son consecuencia de incrementos sensibles en la población de especies no deseadas, dado por la existencia de bancos de semillas y/u órganos perennes de las malezas

presentes en el suelo, por el aumento en la fertilidad debido al fósforo del fertilizante y el nitrógeno que aportan las leguminosas, y especialmente por los espacios libres que dejan estas al disminuir su población en la época estival (Carámbula, 2010a).

2.4 EFECTOS DEL PASTOREO

2.4.1 Aspectos generales

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

La interrelación entre el rumiante en pastoreo y la pastura es un proceso dinámico. Por un lado, los aspectos físico-químicos y morfológicos de las pasturas influyen en el material ingerido por el animal, determinando esto junto con el potencial propio del animal, su desempeño. Por el otro, el forraje removido determina la cantidad y tipo de material remanente, que posteriormente tiene una influencia preponderante en la capacidad de rebrote de la pastura. En el control de estos procesos está la base del manejo de los sistemas pastoriles (Lucas, 1963).

Para lograr un manejo exitoso de sistema no se deben aplicar las mismas técnicas todo el año, sino que deben tenerse en cuenta las variaciones climáticas y los cambios morfofisiológicos de las especies (Carámbula, 1991).

El manejo de la defoliación para permitir rendimientos elevados de forraje durante la etapa vegetativa, debe considerar de forma primordial la frecuencia y la intensidad del pastoreo, presentando la menor pérdida posible de recursos naturales, favoreciendo a la vez el buen comportamiento animal (Carámbula, 2007a).

El conocimiento de los efectos de la duración del rebrote dentro del patrón de cambios de los principales procesos fisiológicos involucrados en la acumulación neta de forraje, provee las bases racionales para optimizar la producción de pasto en el marco del manejo rotacional (Parsons y Penning, 1988).

La producción de forraje en las praderas se puede aumentar, mediante el manejo eficiente de las diferentes estrategias de defoliación, al disminuir o

aumentar la frecuencia e intensidad de pastoreo, para favorecer la tasa de rebrote en las plantas y disminuir las pérdidas por muerte y descomposición del forraje (Matthews et al., citados por Garduño et al., 2009).

2.4.2 Parámetros que definen el pastoreo

2.4.2.1 Intensidad

La intensidad de cosecha refiere al rendimiento de cada corte. El mismo está determinado por el remanente luego de que se retiran los animales. Esto afecta el rendimiento de cada defoliación y condiciona el rebrote. Es importante que el remanente que se deje sea fotosintéticamente eficiente. Para Parsons y Penning (1988), la defoliación severa es la eliminación de la mayor parte del área foliar, y es sinónimo de una eficiente utilización del crecimiento del pasto. De esta forma mayor intensidad tiene como beneficio la cantidad de forraje cosechado pero como perjuicio la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 2007a).

Por tanto, los pastoreos más intensos reducen la producción de forraje, sin embargo el porcentaje de utilización del forraje producido es mayor, ya que la remoción del forraje verde aumenta y disminuyen las pérdidas por senescencia (Chilibroste et al., 2008).

La intensidad se controla a través de la regulación y el tipo de animales por hectárea (carga animal) y determinando, a través del método de pastoreo, la ubicación espacial y temporal de los animales. Entonces, lograr una alta eficiencia de conversión del pasto producido, en algún producto animal, implica ajustar la carga animal y el método de pastoreo (Cangiano, 1996).

Una vez que las pasturas alcanzan un área foliar que intercepte casi toda la luz incidente, la tasa de crecimiento se hace máxima. Sin embargo, el tiempo transcurrido hasta lograr este IAF crítico depende de la época del año y, fundamentalmente, de la altura hasta la cual la pastura fue cortada (intensidad) (Langer, 1981).

La presión del pastoreo afecta el número de plantas, de macollos y el peso de los mismos (Grant et al. 1981, Hogdson 1990, Fulkerson y Slack 1995, Saldanha et al. 2010). Para que no sea afectado el crecimiento posterior, cada especie posee una altura mínima a la cual es recomendable dejar el remanente. Así, las especies prostradas admiten menores alturas de defoliación que las especies erectas, aunque estas pueden adaptarse en parte a manejos intensos (Carámbula, 2007b).

2.4.2.2 Frecuencia

Se define como el intervalo de tiempo entre dos defoliaciones sucesivas, siendo uno de los parámetros en determinar la cuantificación del pastoreo (Harris, 1978).

Cada especie tiene un período de crecimiento limitado y cuanto mayor sea el número de cosechas menor es el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos y por lo tanto menor será la producción de forraje de cada una de ellas (Carámbula, 2010c).

Cuando los pastoreos son muy frecuentes genera una reducción en el nivel de reservas y reducción en el peso de las raíces, lo cual genera una menor producción de forraje y rebrotes más lentos. El debilitamiento de las plantas por este factor, aumenta su susceptibilidad al ataque de enfermedades, generando la muerte de las mismas (Formoso, 2000b).

En cambio, si las pasturas son sometidas a períodos prolongados de descanso su rendimiento relativo es mayor explicado por la oportunidad de reaprovisionar sus reservas, comparado con las mismas sometidas a períodos de descanso corto o pastoreos continuos (Langer, citado por De Souza y Presno, 2013).

La frecuencia de defoliación constituye entonces una variable que, asociada a las características genéticas de las especies combinadas, determina el resultado productivo (Moliterno, 2002).

Si bien la frecuencia de utilización depende de cada especie en particular o de la composición de la pastura y de la época del año en que aquella se realice, el elemento que determinará la longitud del período de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar un volumen adecuado de forraje, o sea haber llegado a su IAF óptimo. Por tanto en leguminosas donde su IAF óptimo es relativamente menor que las gramíneas, se podrá hacer una utilización más frecuente de las mismas (Carámbula, 2007b).

Según Fulkerson y Slack (1995), el número de hojas es un indicador de la etapa de crecimiento de una pastura, lo cual es determinante para definir el intervalo de defoliación. Los resultados del trabajo de estos autores indican que el momento óptimo para realizar el pastoreo es a las tres hojas totalmente expandidas luego de iniciado el rebrote. Esto no solo permite expresar el máximo potencial de rebrote en ese ciclo de crecimiento, sino también en el próximo.

Para Hodgson (1990) la altura de la pastura es el indicador más útil para los propósitos de manejo, siendo esta la variable más simple para predecir la respuesta, tanto de la pastura como del animal. En caso de que la pastura no alcance su IAF óptimo, debido a una frecuente defoliación, la relación rojo/rojo lejano de la luz aumenta, dando como resultado la formación de plantas con hojas cortas y una alta población de tallos. En cambio, cuando la defoliación es menos frecuente aumenta la competencia por luz entre las plantas, por lo que éstas desarrollan hojas largas y una baja densidad de tallos (Mazzanti et al., 1994).

Numerosos resultados de la investigación demuestran que incrementando la frecuencia de pastoreo se logra aumentar el porcentaje de utilización de las pasturas y mantener una mayor y más homogénea calidad del forraje consumido (Fernández, 1999).

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

Teniendo en cuenta que en las pasturas el rendimiento económico está constituido fundamentalmente por macollas, tallos y hojas, es esencial conocer los eventos que determinan la formación de estos componentes y los efectos de diferentes factores que pueden tener efecto sobre los mismos (Carámbula, 2010b).

Zanoniani (1999) plantea como objetivos del pastoreo, colocar las plantas en similares condiciones de competencia por los recursos, permitiéndoles además recuperarse luego de finalizado el pastoreo. Con este planteo es necesario descartar el pastoreo continuo, ya que el mismo no tiene en cuenta estos aspectos. A diferencia, el pastoreo rotativo/racional permitiría contemplar los objetivos anteriores.

Comparando con el pastoreo continuo, los sistemas rotacionales mantienen a las plantas en un estado más activo de crecimiento. También, disminuye la selección, permitiendo un pastoreo más parejo con el posterior crecimiento uniforme de las parcelas. Hay que tener en cuenta que la calidad del forraje es distinta en los diferentes estratos del pasto, principalmente en las leguminosas y en menor magnitud en las gramíneas (The Stockman Farmer, citado por De Souza y Presno, 2013).

El efecto causado por las defoliaciones varía con la intensidad de las mismas, además este efecto es distinto entre gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente, las leguminosas tienen mayor intercepción de luz que las

gramíneas, debido a la disposición de sus hojas y en consecuencia tienen una recuperación más rápida. Dentro de las gramíneas también existe comportamiento diferencial entre los tipos erectos y postrados. Sin embargo, a pesar de que las leguminosas y las gramíneas postradas tienen rebrotes más rápidos, alcanzan antes el IAF óptimo y, en consecuencia, sus rendimientos en materia seca son por lo general menores que los de las gramíneas de tipo erecto. Como resultado, estas últimas presentan una mayor producción con manejos más aliviados (Carámbula, 2010a).

Reafirmando los párrafos anteriores, Heitschmidt (1984) reportó que la producción de plantas de porte erecto, como el *Lolium perenne* y *Lotus corniculatus*, así como su persistencia, aumentan proporcionalmente con el largo de los períodos de descanso, es decir con manejos más aliviados, generando mayores producciones de forraje por hectárea en pastoreos rotativos, al ser comparados con continuos.

En pasturas con pastoreo aliviado muchas veces el área foliar remanente está constituida por hojas viejas y/o parcialmente descompuestas por la humedad y los microorganismos, por lo que su valor como área fotosintética es bajo (Carámbula, 2010c).

La remoción por pastoreo de los estratos de tejidos meristemáticos, genera un retraso en el restablecimiento del área foliar dado a que el rebrote deberá realizarse a partir de las yemas axilares (Briske, citado por Cullen et al., 2006).

El pastoreo tiene incidencia directa sobre la morfogénesis de las especies integrantes de una pastura. Esta incidencia depende básicamente de la especie animal y de la capacidad de carga que soporte la pastura (Brancato et al., 2004).

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

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

A modo de resumen, se puede decir que pastoreos frecuentes y poco nitrógeno en el suelo favorecen a las leguminosas. Por otro lado, pastoreos poco frecuentes y un nivel alto de nitrógeno en el suelo promueve el desarrollo de las gramíneas. Por último, para lograr un buen balance entre gramíneas y leguminosas lo recomendado son pastoreos frecuentes y mucho nitrógeno en el suelo (Carámbula, 2007a).

2.4.4 Efecto sobre la fisiología de las plantas

La producción foliar es un proceso continuo regulado por variables del ambiente y características del estado de la pastura. Bajo pastoreo, las pasturas sufren eventos de defoliación cuya frecuencia e intensidad afectan la fisiología de las plantas, por su efecto en la tasa de producción de nuevas hojas. Por lo tanto, la optimización de los sistemas de pastoreo no puede concebirse independientemente de la maximización de la producción de forraje. Es una interacción entre los tres flujos de tejido foliar de los sistemas pastoriles: crecimiento, senescencia y consumo (Parsons et al., 1991).

En términos generales, la defoliación determina una disminución instantánea de la actividad fotosintética y por lo tanto del nivel de energía disponible para la planta (Simpson y Culvenor, citados por Formoso, 1996). Ante este estrés, las plantas reaccionan ordenando y priorizando diversos procesos, de forma continua en el espacio y en el tiempo, por un sistema “central de regulación” (Chapin, citado por Formoso, 1996).

Luego de un período de pastoreo la mayor prioridad apunta hacia el objetivo de maximizar la velocidad de rebrote utilizando eficientemente la energía remanente post – defoliación, a los efectos de restablecer lo más rápidamente posible un balance positivo de fijación de energía (Chapin et al., Richards, citados por Formoso, 1996).

Según Simpson y Culvenor, citados por Formoso (1996), en el transcurso de estos procesos, el rebrote alcanza un tamaño y actividad que posibilita las máximas tasas de incremento de materia seca aérea, se alcanza el índice de área foliar óptimo y se intercepta el 90% o más de la radiación fotosintéticamente activa.

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

2.4.4.1 Efecto sobre el rebrote

La capacidad de rebrote de una planta, después de la cosecha o defoliación, depende entre otros, de factores fisiológicos, tales como la acumulación de reservas de carbohidratos en la raíz, la superficie foliar remanente y la activación de los puntos de crecimiento (Pérez et al., citados por Molinelli et al., 2014).

En pasturas bajo un buen manejo, el rebrote es proporcional a la masa foliar presente y la pérdida de hojas representa simplemente una pérdida de área foliar de fácil recuperación (Milthorpe y Davidson, citados por Carámbula, 2007b).

El rebrote de la pastura está condicionado por el tejido fotosintético residual, carbohidratos y otras reservas, la tasa de crecimiento de las raíces y la absorción de nutrientes y agua y la cantidad y actividad de los meristemas que sobrevivieron, dependiendo de la especie (Harris, 1978).

Si el área foliar remanente permite a las plantas, y por consiguiente a la pastura, permanecer en una situación de equilibrio entre la fotosíntesis y la respiración (punto de compensación), el rebrote se reinicia sin dificultades y sin necesidades de recurrir a sustancias de reservas. Es decir que de acuerdo con la altura y la calidad del remanente al cual se deje la pastura finalizado el pastoreo, las plantas podrán utilizar o no sustancias de reserva ubicadas, la mayoría de ellas, en los órganos subterráneos (Jacques, citado por Carámbula, 2010c).

En general las reservas se acumulan luego de cubiertos los requerimientos fisiológicos y el crecimiento de los diferentes órganos. Por esto, un exceso en la acumulación de reservas se debe a un crecimiento no realizado y si se extrema buscando porcentajes altos de reservas, se producirá menor cantidad de materia seca, esto ocurre con pastoreos poco frecuentes y aliviados (Carámbula, 2010b).

Luego del pastoreo, se producirán tanto cambios en las tasas de los principales procesos fisiológicos, como en la relación entre ellos. La fotosíntesis puede incrementar rápidamente al expandirse las nuevas hojas, pero puede ocurrir un retraso antes de que exista un aumento correspondiente en la tasa de senescencia foliar, lo que daría como resultado un aumento en la duración del área foliar del rebrote (Hunt, Parsons y Robson, citados por Parsons y Penning, 1988).

Los incrementos en la intensidad de la radiación que se dan en la primavera, coinciden con la elongación de tallos, por lo tanto el IAF es mayor a un mismo porcentaje de intercepción de luz. Esto hace que a pesar del incremento en el IAF, las hojas inferiores sigan fotosintetizando de forma activa y la intercepción se mantenga en valores del 95 %. En cambio en el otoño rápidamente se llega a una intercepción completa y además el potencial fotosintético de las hojas puede ser menor, por lo que la tasa de senescencia se incrementa rápidamente, pudiendo superar a la tasa de crecimiento (Escuder, 1996).

El rebrote de especies forrajeras después de consumidas, se lleva a cabo por una combinación de restos de hojas y reserva de carbohidratos, las que aportan energía al mismo. El pastoreo rotativo y el manejo para mantener reservas adecuadas de carbohidratos en las raíces o rastrojo y el área de hojas residuales respectivas, darán como resultado máximas tasas de crecimiento posteriores (The Stockman Farmer, citado por De Souza y Presno, 2013).

Según Langer (1981), cuando el remanente es alto, se ve reducido el rebrote debido a que el material vegetal senescente sombrea a las hojas verdes.

La defoliación causa una reactivación de la distribución de recursos entre los macollos maduros que anteriormente eran independientes, de tal forma que los macollos intactos apoyen a los macollos defoliados con carbono (Marshall y Sagar, Forde, Gifford y Marshall, Ryle y Powell, citados por Cullen et al., 2006).

Es posible que sean necesarias cierta cantidad de defoliaciones frecuentes sucesivas para bajar el nivel de reservas de carbohidratos solubles lo suficiente como para afectar el rebrote. Además, el impacto que el nivel de carbohidratos solubles tenga sobre el rebrote depende también de la altura del remanente, habiendo una interacción entre dichos factores. La altura de defoliación afectaría no solo la cantidad absoluta de carbohidratos solubles en el remanente sino también los requerimientos de las plantas, según la capacidad fotosintética que represente (Fulkerson y Slack, 1995).

La primera hoja en expandirse luego del pastoreo actúa como fosa de carbohidratos solubles en una primera etapa y de fuente de carbohidratos solubles luego de expandirse completamente, aportando a las otras partes de la planta (Williams, citado por Fulkerson y Slack, 1995). Se concluye de esto que el peor momento para pastorear se daría antes de la expansión completa de la primera hoja (Fulkerson y Slack, 1995), ya que se consumirían reservas que no se están reponiendo.

De este modo, las reservas de hidratos de carbono tienen importancia principalmente los primeros días de rebrote, después la fotosíntesis se convierte en la principal fuente de carbono (Richards, Donaghy y Fulkerson, citados por Cullen et al., 2006).

La intensidad y frecuencia de los cortes modifica la cantidad de meristemas refoliadores, los niveles de energía disponibles para los mismos, y las tasas de crecimiento de los rebrotes (Formoso, 1996).

Para mantener un adecuado nivel de reservas basta con dejar áreas foliares apropiadas después de los pastoreos, promover las mismas antes de los períodos de latencia, así como retrasar la defoliación durante el rebrote de las plantas después de períodos de estrés (Vallentine, citado por Carámbula, 2007b).

En las especies perennes, hasta la espigazón, ocurre una disminución en las reservas con el desarrollo de las macollas fértiles. Finalizada la antesis y mientras se da la fructificación, las reservas se van restaurando hasta llegar a los niveles iniciales. En las especies anuales en cambio, todas las sustancias nutritivas se van acopiando en la región de los entrenudos del tallo alargado y en la inflorescencia, para apoyar al llenado de grano. Una vez que la semilla está madura la planta muere (Carámbula, 2007b).

Brougham, citado por Escuder (1996), refiriendo a una mezcla de raigrás, trébol blanco y trébol rojo, observa que el rebrote estuvo ligado a la proporción de luz interceptada por la pastura y consecuentemente, relacionado con el área foliar remanente.

2.4.4.2 Efecto sobre las raíces

Otro efecto no menor de la defoliación, al reducir las sustancias de reserva, es su impacto sobre las raíces, ya que cuando hay sobrepastoreo, se da una reducción importante de las mismas. En los períodos de sequía, provoca una disminución de absorción de agua y nutrientes desde partes profundas del suelo, limitando el rebrote y la supervivencia de las plantas (Troughton, citado por Carámbula, 2007b).

Para que las pasturas produzcan abundante forraje, es necesario, entre otros factores, que cuenten con un sistema radicular apropiado, especialmente en períodos de déficits hídricos (Carámbula, 2010b).

Luego de cada corte o pastoreo una parte importante de los sistemas radiculares de una pastura muere y con ella, en las leguminosas mueren también numerosos nódulos, todo lo cual sucede como consecuencia de la falta de aporte de carbohidratos producidos por la parte aérea, al quedar ésta reducida luego de un pastoreo (Carámbula, 2010b).

El sobrepastoreo en invierno altera el microambiente de la pastura, principalmente a través del pisoteo, lo cual afecta la parte aérea de las plantas. También afecta sus sistemas radiculares a través del compactado excesivo que provoca la pezuña en el suelo. De este modo la aireación se ve reducida, al igual que la velocidad de infiltración del agua (Edmond, citado por Carámbula, 2010b).

Si ocurre un exceso hídrico en suelos con mal drenaje, asociado a sobrepastoreo, ocurren disminuciones en el crecimiento, volumen y vigor de los sistemas radiculares y por tanto condiciona, no sólo un atraso importante en el rebrote de la parte aérea, sino lo que es peor, la supervivencia de las plantas en el verano siguiente. Esta época es el mejor momento para la formación y desarrollo de sistemas radiculares adecuados, que permiten enfrentar de mejor manera, situaciones críticas debidas a la ocurrencia de sequías que se registran mayormente en el verano (Carámbula, 2010b).

2.4.4.3 Efectos sobre la utilización del forraje

Davies, citado por Escuder (1996), afirma que la producción de forraje de las pasturas se encuentra muy ligada al rebrote y a los factores que afectan al mismo. Esto sucede porque la utilización de las pasturas comprende alguna forma de defoliación, ya sea por corte o pastoreo directo, varias veces por año, lo cual implica perder casi el total del área foliar que intercepta radiación.

Aumentar la presión de pastoreo trae aparejado un aumento en la eficiencia de la utilización de las pasturas, pero como eso también implica una disminución en el IAF y, consecuentemente, una menor intercepción de luz, la eficiencia de producción de forraje disminuye (Smetham, citado por Escuder, 1996). En pasturas con alto IAF el crecimiento y fotosíntesis se mantienen cercanos al máximo. Esto hace que disminuya la eficiencia de utilización y que, por ende, aumenten las pérdidas por senescencia (Escuder, 1996).

La utilización de la pastura también depende de la frecuencia y de las características estructurales de la misma. Cuando el intervalo entre sucesivas defoliaciones es mayor a la vida media foliar, una mayor proporción del material verde producido puede perderse por senescencia y la diferencia entre la

producción primaria y la porción cosechable aumenta. Por esto el tipo de manejo (frecuencia y severidad de defoliación) interactúa con la morfogénesis y las características estructurales de la pastura para determinar la fracción cosechable de la misma (Chapman y Lemaire, citados por Brancato et al., 2004). Esto es importante para definir estrategias de pastoreo, considerar el intervalo de aparición foliar y el número de hojas vivas por macollos y tener en cuenta el tiempo de descanso óptimo, para cada especie en particular.

Posterior a concluir su crecimiento, las hojas permanecen durante un tiempo y mueren (Robson et al., citados por Escuder, 1996). Este período depende de factores como la especie y la estación del año. La tasa de aparición y la vida media de las hojas, son determinantes del porcentaje de cosecha ya que, se puede ajustar el intervalo entre aparición y muerte de hojas y la entrada de los animales a la pastura, permitiendo ser más eficiente y evitando que una proporción de las hojas muera antes de ser consumidas por el diente animal. También sucede la muerte de macollos y estolones.

A modo de maximizar la producción de forraje deben evitarse defoliaciones tan severas que reduzcan el crecimiento del mismo. Al mismo tiempo, dichas defoliaciones pueden ser lo suficiente intensas como para lograr una buena eficiencia de cosecha y poder así reducir las mermas de forraje por senescencia (Pearson et al., citados por Escuder, 1996).

2.4.4.4 Efectos sobre la morfología y estructura de las plantas

La morfología de las plantas se ve modificada por efectos del pastoreo. La carga a la cual sea sometida la pastura y la especie animal va a determinar el grado en que se modifique la morfología de la pastura. El efecto de la defoliación no es significativo cuando este se genera en la lámina de la hoja, pero se aprecia una disminución en el largo de las mismas cuando son defoliadas a nivel de las vainas (Grant et al., 1981).

Según Chapman y Lemaire, citados por Escuder (1996), algunas especies tienen plasticidad fenotípica y alteran su estructura poblacional y su morfología frente a aumentos de la presión de pastoreo, para mantener un crecimiento relativamente invariable (homeostático). Especies de hábito erecto y que pueden ser defoliadas casi por completo, como la alfalfa, tienen un menor desarrollo de los mecanismos homeostáticos. Es por ello que si no queremos perjudicar a estas plantas, es necesario retirar el ganado y esperar a que recompongan su área foliar y reservas, durante un buen lapso de descanso. En ciertas gramíneas en las que las reservas se acumulan en la base de las vainas (o pseudotallo) las defoliaciones severas pueden provocar grandes deterioros.

En gramíneas como el raigrás, la producción neta no se ve afectada debido a que existe una relación inversa entre el peso y tamaño de los macollos, lo que les permite alterar su estructura. Por otro lado, si la tasa de crecimiento de la pastura disminuye con altas cargas, las pérdidas por senescencia también lo hacen (Escuder, 1996).

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

En pastoreos continuos, pasturas mantenidas con bajo IAF presentan una mayor densidad de macollos, siendo estos de menor tamaño. A su vez una mayor densidad poblacional de macollos es esperada en pasturas sujetas a defoliaciones más frecuentes, por disminuir el efecto de sombreado en macollos basales (Fernández y Nava, citados por Molinelli et al., 2014). Esto permite un ambiente más lumínico (cantidad y calidad de la luz) en la base de las mismas más favorables para la aparición de macollos (Voisin y Younger, citados por Brancato et al., 2004).

Las condiciones de densidad pueden afectar la densidad global de la pastura. En primer lugar existen diferencias entre los distintos estratos de una pastura en cuanto a densidad, proporción de materia seca y digestibilidad. Pasturas con 20 cm de altura agrupan más de la mitad del forraje en los primeros 5 cm, a su vez en este estrato concentran el forraje menos digestible. La mayor diferencia se da entre el estrato inferior y el superior (García, 1995b).

Según García (1995b), la estación del año también influye, modificando la arquitectura de la planta, la relación tallo/hoja, y el contenido de materia seca. Para culminar, la edad de la pastura se relaciona a cambios en el balance gramíneas/leguminosas, y a la acumulación de restos secos.

2.4.4.5 Efecto sobre la composición botánica

El efecto del método de pastoreo y la variación implícita en la frecuencia o intensidad de defoliación que eso representa, puede interactuar con el mayor o menor crecimiento estacional que tienen las especies de la pastura, y posibilita el control o manipuleo de la composición botánica de la misma (Escuder, 1996).

Cangiano (1996) considera que un pastoreo activo y frecuente, cuando la especie considerada esta en activo crecimiento, resulta en una disminución de su capacidad competitiva, en comparación a otras especies que sufrieron el pastoreo en forma latente o con una menor tasa de crecimiento. Existen momentos críticos del año para una pastura donde, darle tiempo de recuperación luego de una defoliación así como pastorearla intensamente, puede alterar la composición de especies de la misma. El tiempo de ese período crítico depende de las especies presentes, pero según Jones, citado por Barthram et al. (1999), habitualmente defoliaciones poco intensas en momentos de activo crecimiento de una especie, puede favorecer la predominancia de ésta en la pastura.

Según Barthram et al. (1999), los cambios en la composición botánica debidos a alteraciones en el manejo suceden paulatinamente, mientras que cambios en la estructura vertical de la pradera son visibles en el corto plazo.

Jones, citado por Carámbula (2010b) concluye que gran parte del descenso en la productividad y el deterioro de la composición botánica de las pasturas sembradas es consecuencia de manejos incorrectos. También subrayó la importancia fundamental de las interacciones entre manejo y fertilizante, en el mantenimiento o mejoramiento de la composición y calidad de la pastura. Bajo pastoreo rotativo controlado con altas cargas, las parcelas fertilizadas cambiaban su composición florística, dominando las especies deseables. Las mismas, pero sin subdivisiones adecuadas y bajo pastoreos no controlados, casi no mostraban cambios en su composición botánica ni en su longevidad, porque el pastoreo selectivo anulaba el efecto benéfico del fertilizante (Carámbula, 2010b).

Al alterarse la estructura botánica se altera en consecuencia la distribución de la producción a lo largo del año, pero la producción total anual acarrea una menor variación (Cangiano, 1996).

2.4.4.6 Efecto sobre la persistencia

El manejo del pastoreo debe tener como objetivo maximizar el crecimiento y utilización de forraje de alta calidad, manteniendo la persistencia productiva, de forma de favorecer la estabilidad a largo plazo de los ecosistemas (Brock y Hay, 1993).

“La persistencia de las pasturas se logra cuando se dispone de una población suficiente de plantas para cumplir con los requerimientos y

expectativas del sistema de producción en marcha” (Marten et al., citados por Carámbula, 2010c).

La pérdida de las especies perennes sembradas provoca una disminución en la persistencia. Fundamentalmente esta pérdida ocurre en la fracción leguminosa, ya que las gramíneas permanecen en poblaciones poco variadas, aunque teniendo rendimientos menores a medida que avanza la edad de la pastura. De este modo, los espacios que van dejando las leguminosas terminan siendo ocupados por plantas invasoras como malezas, gramíneas ordinarias y muchas veces anuales (Carámbula, 2007a).

La evolución de la pastura por falta de persistencia se da, entonces, de especies perennes a anuales, de estivales a invernales y de naturales a invasoras (Moore, citado por Carámbula, 2010c).

Cuando no se maneja bien el pastoreo comienzan a detectarse zonas severamente pastoreadas y otras con pastoreo muy liviano. Esto desemboca en reducciones en la persistencia de la pastura (Hughes y Jackson, citados por Carámbula, 2007b). Si se hace caso a las recomendaciones dirigidas para el buen manejo de las distintas especies en las distintas circunstancias, la práctica del pastoreo no debería provocar inconvenientes serios en la persistencia. Algunos factores asociados, como el pisoteo, el pastoreo selectivo y el traslado de fertilidad, podrían ser los que provocarían efectos nocivos sobre las pasturas (Hay y Hunt, citados por Carámbula, 2007b).

Por ejemplo, la intensidad del corte disminuye el contenido de carbohidratos en el rastrojo (Wilson y Robson, 1970), y bajos niveles de éstos determinan un escaso rebrote de hojas y raíces, afectando la persistencia de la pastura (Fulkerson, 1994).

La cantidad y calidad de la luz que llega a la base de la pastura es modificada por la defoliación determinando procesos fisiológicos que provocan cambios en la persistencia (Gastal et al., 2004). Al reducirse la relación rojo/rojo lejano que llega a la base de la pastura por sombreado del forraje acumulado verde en pastoreos menos intensos o frecuentes, se reduce el macollaje (Gautier et al., 1999) lo que puede afectar la persistencia de la pastura (Fulkerson, 1994). Es así que Almada et al. (2007), midiendo el efecto de la carga sobre una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus, reportaron que en el tratamiento en el que el uso de la pastura fue más intenso los animales tuvieron que salir entre 20 y 30 días antes que el resto de los tratamientos porque el nivel de pisoteo y debilidad de las plantas no permitió que la pastura se recomponga para entregar el último pastoreo, lo que se

traduce en una importante pérdida de plantas para el segundo año de la pastura.

Retomando el concepto anterior, el pisoteo provoca compactación y desagregación. La primera incide en forma directa sobre el crecimiento de las raíces y reduce el rendimiento, y la segunda provoca pérdidas de suelo por erosión (Carámbula, 2007b).

El manejo del pastoreo interactúa complejamente con los factores ambientales dominantes y los recursos genéticos para influir sobre la persistencia. Cuando las presiones ambientales son rigurosas (altas temperaturas, sequías), el manejo se torna un factor crítico y determinante, para tratar de no afectar la persistencia de las plantas. Inversamente, cuando las presiones ambientales son bajas y por tanto las condiciones para el crecimiento son favorables, es posible realizar en ciertos momentos, manejos relativamente severos. A su vez, el pastoreo, ejerce un efecto directo sobre la base genética presente, determinando para distintas circunstancias, crear nuevos materiales (Carámbula, 2007b).

Cualquier factor que afecte negativamente el crecimiento y desarrollo de las raíces impactará en la sobrevivencia de las plantas, ya que la absorción tanto de agua como de nutrientes se verá directamente afectada (Donaghy y Fulkerson, 1998).

Para las especies perennes, la persistencia debe favorecerse básicamente por un manejo del pastoreo que permita la aparición de nuevas unidades de crecimiento. Para ello es relevante administrar el pastoreo de forma tal que los procesos de macollaje y formación de tallos, rizomas y estolones, no se vean afectados. En algunas especies, bajo ciertas condiciones, se debe permitir que suceda el proceso de floración-fructificación para poder lograr este objetivo (Carámbula, 2007b).

2.4.4.7 Efectos sobre la calidad

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

Normalmente, la etapa vegetativa de una pastura es de buena digestibilidad, y sólo en el caso de que las pasturas puedan crecer hasta el estado de madurez próximo a la floración, la digestibilidad comienza a disminuir

considerablemente en función de que el proceso de lignificación de las paredes celulares se aligera. En las gramíneas, dicho proceso comienza en el momento en que los tallos florales se empiezan a elongar, alcanzando un máximo cuando la semilla está madurando (Langer, 1981).

Para hacer un buen manejo de las pasturas cuando éstas cambian de estado vegetativo a reproductivo es necesario recordar que la producción de forraje en este momento, depende del desarrollo de los tallos fértiles, de los tallos vegetativos, y de la aparición de nuevas macollas y tallos pequeños que van remplazando a los tallos fértiles, cuando estos son removidos (Carámbula, 2010b).

En pastoreos más frecuentes sucede que el forraje producido contiene mayores niveles de proteína, extracto etéreo, y menores niveles de fibra cruda, que con cortes menos frecuentes. Esto es debido a la variación en la relación hoja/tallo como consecuencia de las distintas frecuencias de corte (Langer, 1981).

Es importante recordar que en esta etapa se produce una gran acumulación de materia seca pero con una evidente caída en la calidad de la misma. Ambos aspectos deben balancearse si la pastura tiene como destino el pastoreo directo. Es así que se recomienda comenzar con el control temprano en la primavera, cuando el animal no puede discriminar entre macollas vegetativas y reproductivas. De este modo, el macollaje se mantendría activo, con sistemas radiculares más profundos y con oferta de forraje de calidad superior hacia el verano. Debe tenerse en cuenta que los pastoreos de fines de primavera así como los del inicio no deben ser intensos. Esto aplica para especies perennes donde la floración no es trascendente, y es beneficioso suprimirla (a excepción de algunas especies y bajo determinadas circunstancias), contrariamente a lo que ocurre en especies anuales donde la floración y fructificación pasan a ocupar un primer plano para asegurar su persistencia (Carámbula, 2010b).

En suma, para lograr rendimientos más abultados pero de menor calidad deben llevarse a cabo manejos de pastoreo poco frecuentes e intensos. Por otra parte, cortes o pastoreos repetidos y aliviados, promueven menores rendimientos pero de mayor calidad (Langer, 1981).

2.4.5 Efecto del pastoreo sobre la performance animal

Los objetivos principales del buen manejo de pastoreo son producir la máxima cantidad de forraje con la mayor calidad posible y asegurar que el

mayor volumen del forraje producido sea comido por los animales bajo. Combinar con éxito ambos sistemas biológicos (plantas y animales) es la meta final, de tal manera de obtener la mejor utilización del forraje producido, sin perjudicar la persistencia productiva de la pastura (Smethan, citado por Carámbula, 2010c).

El consumo de materia seca se ve afectado tanto por el animal como por la pastura. En relación al animal intervienen distintos mecanismos. El mecanismo de bocados está limitado por el número y peso de bocados. El mecanismo de distensión tiene como límite el llenado ruminal. Cuando se alcanza este límite es el tiempo de retención el que pasa a regular el consumo. El tiempo de retención depende estrechamente de las tasas de digestión y pasaje. El mecanismo metabólico asume un límite superior en el consumo de energía digestible, el que, cuando es alcanzado, determina el consumo por la concentración de energía digestible de la dieta (Cangiano, 1996).

A su vez, hay factores relacionados con el animal que afectan el consumo de forraje como ser edad, peso, condición corporal (Cangiano, 1996).

Cambios en las condiciones de las pasturas y la oferta del forraje intervienen en la performance animal mediante sus efectos en rendimiento y calidad del forraje consumido (Hodgson, 1984).

Cuando el forraje es abundante, las características del mismo son las que determinan el consumo a través de la distensión ruminal o, cuando el mismo es de alta calidad, a través del mecanismo metabólico. Agustoni et al. (2008) afirman que animales pastoreando a cargas aliviadas pueden escoger la fracción de mejor calidad, consumiendo bajas cantidades.

En el caso inverso, si el forraje es escaso, las características del mismo no tienen mayor relevancia en el consumo. Bajo estas condiciones, el consumo se ve más afectado por el comportamiento ingestivo, a través de las restricciones en el peso y tasa de bocado, y/o el tiempo de pastoreo. Este escenario también podrían darse en situaciones de alta cantidad de forraje, pero de baja disponibilidad efectiva o accesibilidad (Cangiano, 1996).

La producción de forraje, su utilización, y la conversión de este forraje en producto animal son procesos que se ven afectados por la intensidad de pastoreo, la cual resulta del balance entre número de animales y biomasa presente. Mott (1960) definió esta intensidad como presión de pastoreo, a diferencia de la carga, que es el número de animales por hectárea sin tener en cuenta el forraje disponible.

La carga animal se considera como la principal variable de manejo que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y de la persistencia productiva de la pastura sembrada (Mott, citado por Langer, 1981).

En conclusión, la productividad de un sistema pastoril es el resultado integrado de la producción de forraje, su utilización por parte de los animales y la eficiencia con que este forraje cosechado es transformado en producto animal (Beretta et al., citados por Molinelli et al., 2014).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES

3.1.1 Lugar y período experimental

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay); en el potrero 32A (Latitud 32° 22'38,63" S y Longitud 58° 03'23,83" O) durante el período invierno-primaveral comprendido entre setiembre y noviembre del año 2013, sobre tres mezclas forrajeras en su primer año de vida.

3.1.2 Información meteorológica

Según Durán (1985), el Uruguay presenta un clima templado a subtropical con un promedio de precipitaciones de 1200 mm anuales, con distribución isohigro de 30% en verano, 28% en otoño, 18% en invierno y el 24% restante en primavera.

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 y para el mes más frío del año, julio, las temperaturas varían desde 11°C a 14°C respectivamente para cada región (Berretta, 2003)

3.1.3 Descripción del sitio experimental

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

3.1.4 Antecedentes del área experimental

Las mezclas fueron evaluadas en su primer año de vida, habiéndose sembrado sobre un campo bruto.

La fecha de siembra fue el 1 de junio de 2013. La densidad de siembra fue a razón de 10 kg/ha de *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo, 12 kg/ha de *Medicago sativa* cv. Chaná; 20 kg/ha de *Festuca arundinacea* cv. Ceres Tiphon, 2 kg/ha de *Trifolium repens* cv. Zapicán, 8 kg/ha de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel; 20 kg/ha *Lolium perenne* cv Base y 5 kg/ha *Trifolium pratense* cv. Estanzuela 116. Se fertilizó con 100 kg de NPK 7-40-0 a la siembra, 70 kg/ha de urea a principios de agosto y 70 kg/ha de urea a mediados de septiembre. Conjuntamente con esta última fertilización se realizó una aplicación de 400 cc/ha de flumetsulam.

3.1.5 Tratamientos

El experimento consistió en evaluar tres tratamientos distintos. Los mismos están compuestos por las siguientes mezclas, con igual carga de animales:

- 1) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (F+TB+LC)
- 2) *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata* (A+D)
- 3) *Trifolium pratense* y *Lolium perenne* (TR+RG)

Las praderas fueron pastoreadas rotacionalmente con 3 grupos de 7 novillos de aproximadamente 12 meses de edad, de la raza Holando, con un peso individual promedio inicial de 144 kg, asignados al azar en los tratamientos. La dotación de los tratamientos fue de 5,3 novillos/ha (3,4 UG/ha), con pastoreos rotativos, realizando el cambio de franja cuando alguno de los tratamientos alcanzara una intensidad de entre 5 y 7 cm.

Cada bloque fue pastoreado dos veces. La fecha de inicio del primer pastoreo fue el 3 de setiembre de 2013 y se extendió hasta el 15 de setiembre, donde se realizó cambio de bloque. Los terneros permanecieron en el segundo bloque hasta el día 29 de setiembre para pasar a pastorear el tercer bloque, ocupación que persistió hasta el 11 de octubre. En esta fecha comenzó la segunda ronda de pastoreos, reingresando al primer bloque. El día 24 de octubre los terneros son ubicados en el segundo bloque donde pastorean hasta el 5 de noviembre. Desde esta última fecha hasta el 17 de noviembre pastorean el último bloque y finalizan el segundo pastoreo.

3.1.6 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar. El experimento se dividió en tres bloques correspondiendo a un alto, una ladera y un bajo, lo que permitió eliminar el efecto ambiental relacionado con la topografía. A su vez, cada bloque se dividió en tres franjas, conteniendo cada una un tratamiento de los tres expuestos con anterioridad, asignados en un proceso completamente aleatorio dentro de cada bloque. El área experimental abarcó 3,99 hectáreas en total, por lo que cada bloque englobó 1,33 ha y cada tratamiento fue ensayado sobre una superficie de 0,44 hectáreas.

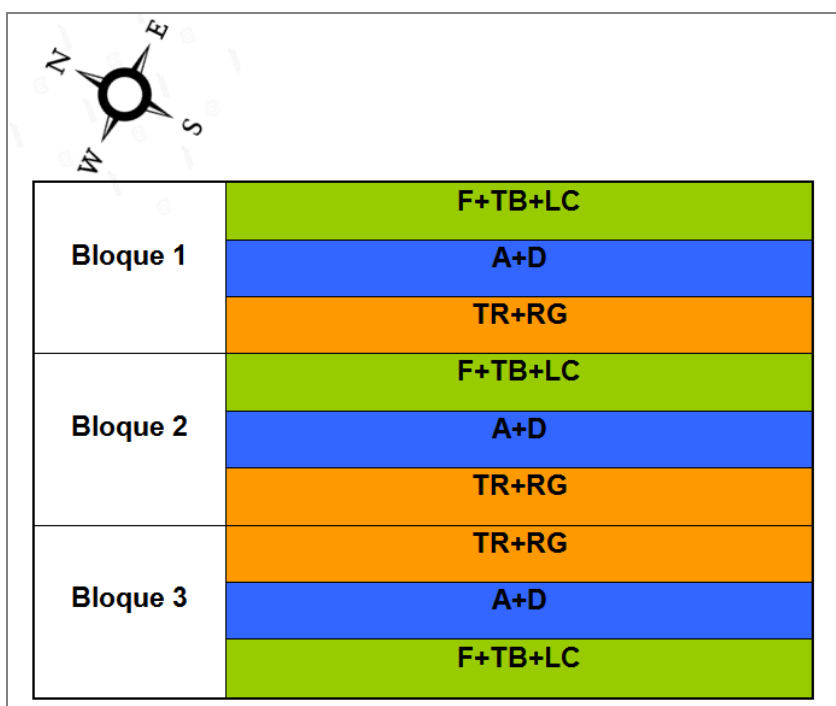


Figura No. 1. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental

3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología se basó en la medición de la implantación de las mezclas, composición botánica, la disponibilidad y remanente de materia seca, algunos componentes estructurales de la pastura, distribución y proporción de malezas.

3.2.1 Mediciones de las principales variables

En los siguientes párrafos se describe cómo se procedió para medir las distintas variables involucradas en este trabajo de investigación.

3.2.1.1 Porcentaje de germinación

Por cada especie a sembrar, se prepararon tres germinadores conteniendo 100 semillas cada uno y se colocaron en estufa a 20°C, para luego contabilizar las semillas germinadas a los 5 y 13 días.

3.2.1.2 Porcentaje de implantación general de las mezclas

A los 90 días postsiembra se contó el número de plantas por especie, utilizando rectángulos de 50 cm de largo por 20 cm de ancho, midiendo al azar 6 veces en cada tratamiento. Previo conocimiento de los pesos de mil semillas, los porcentajes de germinación y las densidades de siembra, se procedió a determinar los porcentajes de implantación logrados por cada mezcla, relacionando el total de plantas nacidas contabilizadas con el total de semillas viables sembradas.

3.2.1.3 Forraje disponible y rechazado

Se le llama forraje disponible a la cantidad de forraje presente en el potrero, previo al ingreso de los animales, expresado como kg/ha de MS. El forraje remanente es el forraje presente luego de ser retirados los animales de la parcela.

Se utilizó el método de doble muestreo propuesto por Cayley y Bird (1991) para realizar la medición de estas variables. Así fue que se establecieron una escala de apreciación visual de 5 puntos para medir el forraje al momento del ingreso de los animales, y una escala de 3 puntos para determinar el forraje no consumido o rechazado. Para cada punto de estas escalas se tomaron tres muestras, cortando el forraje al ras del suelo, dejando 1 cm de altura remanente, con una tijera de aro dentro de cuadros de 50 cm de largo por 20 cm de anchura, midiéndose previamente la altura de cada punto para relacionar esta variable con la cantidad de forraje. Entonces, fueron 15 las muestras obtenidas para la escala de forraje disponible y 9 para la escala de forraje remanente. Cada muestra se pesó en fresco y pasó a estufa a 60° durante 48

horas para luego determinar el peso seco de las mismas. La información obtenida de peso seco fue extrapolada para calcular la cantidad de forraje presente en kg/ha de MS.

Mediante el ajuste de una ecuación de regresión entre la altura del forraje en cm y los kg/ha de MS, y otra ecuación de regresión entre cada punto de la escala y los kg/ha de MS, se procedió a analizar qué método estaba mayormente correlacionado con la cantidad de forraje. Los valores de disponibilidad y remanente surgen de sustituir el valor promedio de la variable dentro de la funciones obtenidas. Por último, se decidió utilizar la ecuación de altura con kg/ha de MS, ya sea para disponible como para remanente, porque fue la que mostró un mayor coeficiente de determinación (R^2).

3.2.1.4 Altura del forraje disponible y remanente

Las mediciones fueron tomadas al azar con una regla dentro del rectángulo previamente mencionado. Como criterio para determinar la altura de la pastura se tomó el punto de contacto del ápice de la hoja más alta con la regla. Esta medida se repetía cuarenta veces por parcela en cada instancia de medición, para luego calcular el promedio y determinar la altura final.

3.2.1.5 Producción de forraje

La producción de forraje en kg de materia seca por hectárea fue calculada como la resta entre el forraje disponible y el forraje remanente, siendo posteriormente ajustada por la tasa de crecimiento de la pastura durante el período de permanencia sobre la franja.

3.2.1.6 Composición botánica

La composición botánica hace referencia al porcentaje de la fracción de gramíneas, leguminosas y malezas dentro de la pradera. Este variable se midió a través del método Botanal (Tothill et al., 1978). Por valoración visual, dentro del mismo rectángulo, se estimó el porcentaje en peso de la biomasa aérea de gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos. Se tomaron 40 determinaciones por parcela.

3.2.1.7 Componentes estructurales de la pastura

Luego de dos meses finalizado el experimento (10/02/2014), para los tres bloques experimentales se realizaron las mediciones de relación parte aérea – raíz de gramíneas y leguminosas, número de plantas de gramíneas y leguminosas por unidad de superficie, y peso de malezas. Estas mediciones se llevaron a cabo tomando 6 muestras por cada parcela, de 0,008 m³ (0,2 * 0,2 * 0,2 m) de suelo cada una, las que se dejaron reposar en agua durante aproximadamente dos días para que los agregados de suelo se desprendan de las raíces.

Cuando las plantas estuvieron completamente limpias se procedió a determinar el número de gramíneas y leguminosas. A continuación se aislaron las partes aéreas y las raíces de las plantas pertenecientes a especies sembradas y, junto con las malezas, fueron colocadas en estufa a 60° durante 48 horas. Así, se obtuvo el peso seco de los distintos componentes.

Una vez obtenidos los datos de peso seco se calculó el número de plantas de gramíneas y leguminosas por m². Con el peso de la parte aérea y la raíz se calculó la relación parte aérea – raíz tanto para gramíneas como para leguminosas. Se obtuvo también el peso de las malezas por unidad de superficie.

3.3 HIPÓTESIS

3.3.1 Hipótesis biológica

- Los diferentes tipos de mezcla no difieren en la producción de forraje y en la composición botánica de la pastura
- Existe al menos un tipo de mezcla superior al resto en producción de forraje y con distinta composición botánica

3.3.2 Hipótesis estadística

Ho: T1 = T2 = T3 = 0

Ha: Existe algún efecto de un tratamiento distinto de cero

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se analizó la varianza entre los tres tratamientos mediante el software para análisis estadístico INFOSTAT. Las diferencias entre tratamientos, en caso de existir, fueron confrontadas en base al análisis comparativo de medias de LSD Fisher con una probabilidad del 10%.

3.4.1 Modelo estadístico

El modelo corresponde a un diseño en bloques completamente al azar (DBCA).

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \xi_{ij}$$

Siendo:

- Y = corresponde a la variable de interés
- μ = es la media general
- t_i = es el efecto de la i -ésima mezcla
- β_j = es el efecto del j -ésimo bloque
- ξ_{ij} = es el error experimental

El modelo presenta los siguientes supuestos:

- El modelo es correcto y aditivo
- Los errores experimentales son variables aleatorias, con distribución normal, media cero, varianza poblacional y son independientes

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DATOS METEOROLÓGICOS

4.1.1 Precipitaciones

A continuación se presenta el promedio de precipitaciones del período 2002-2013, contrastando los registros pluviométricos del año 2013. La información fue computada en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni.

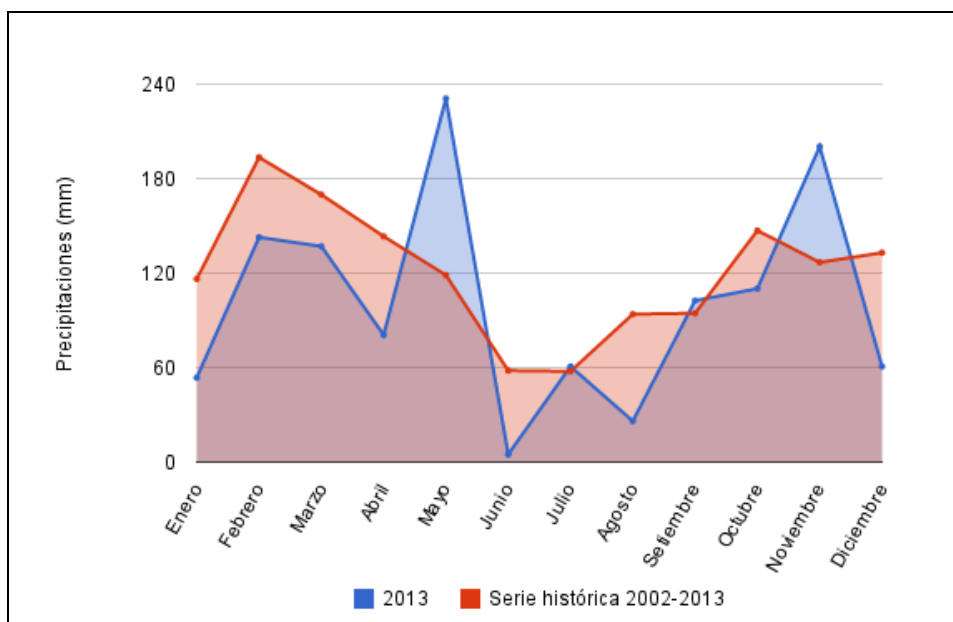


Figura No. 2. Registro de las precipitaciones durante el año del experimento, comparado con el promedio del período 2002-2013

Como puede observarse en el gráfico, se registran notorias diferencias entre las precipitaciones promedio de los últimos 11 años y el año del experimento. En los meses junio, agosto y octubre del año 2013, se registraron déficit de precipitaciones con respecto al promedio histórico, mientras que en julio y setiembre las precipitaciones fueron similares a dicho promedio. Esto lleva a inferir que este factor climático puede haber sido condicionante sobre el crecimiento de las pasturas al inicio del período de evaluación. En el mes de noviembre se observa un superávit hídrico en relación a la media histórica.

4.1.2 Temperatura

A continuación se presenta un gráfico con las curvas de temperatura obtenidas en la estación experimental. Se puede apreciar que las temperaturas registradas en el año del experimento son muy similares a la del promedio histórico de los últimos 11 años.

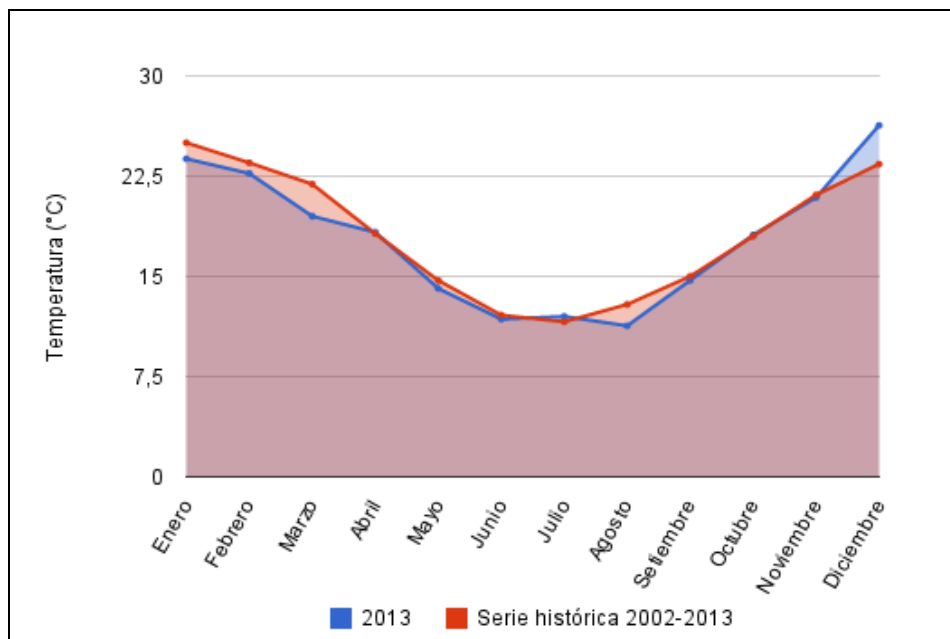


Figura No. 3. Registro de temperatura promedio durante el año del ensayo en comparación con el promedio histórico

Se puede observar un aumento de las temperaturas a partir de agosto, las cuales, teniendo en cuenta lo reportado por Carámbula (1977), no fueron limitantes para el crecimiento y desarrollo de las especies forrajeras de metabolismo C3, como los son *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Dactylis glomerata*, *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* y *Lolium perenne*, puesto que se desarrollan mejor con temperaturas de entre 15° y 20°.

En conclusión, el período experimental no presentó limitantes térmicas para el buen desempeño de las especies sembradas, ya que las temperaturas se mantuvieron en términos promedio dentro del rango óptimo. Por otra parte, las precipitaciones pueden haber limitado el correcto crecimiento y desarrollo de las pasturas, puesto que en algunos meses del experimento las mismas no alcanzaron el nivel histórico.

4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.2.1 Porcentaje de implantación

A continuación se presentan los porcentajes de implantación obtenidos para los distintos tratamientos.

Cuadro No. 8. Porcentaje de implantación según tratamiento

Tratamiento	Implantación (%)
TR+RG	17
F+TB+LC	15
A+D	14

Como se puede apreciar en el cuadro No. 8. los valores de implantación para los distintos tratamientos fueron bajos. Dentro de los factores que pueden considerarse responsables de estos resultados se destacan la fecha de siembra tardía del experimento, las bajas precipitaciones pluviales ocurridas en los meses del establecimiento de las mezclas, y el campo bruto como antecesor.

Langer (1981) afirma que siembras tempranas presentan una mejor implantación y mayor precocidad respecto a siembras tardías debido a que, en las primeras, se promueve una población elevada de plántulas vigorosas ya que se las expone a un mayor período de buenas temperaturas para su desarrollo. Según datos de Brito del Pino et al. (2008) en relación al impacto del tipo de barbecho sobre el porcentaje de implantación, el campo natural es el antecesor sobre el cual se obtienen los menores resultados, siendo cercanos al 15%, al igual que lo ocurrido en este experimento

Los datos reportados en este experimento son un tanto inferiores a los obtenidos por Albano et al. (2013), los cuales fueron de 17% para la mezcla de dactylis y alfalfa, y 19% para festuca, trébol blanco y lotus corniculatus. Fariña y Saravia (2010) trabajando con mezclas compuestas por dos gramíneas perennes y una leguminosa lograron implantaciones cercanas al 45%. Brito del Pino et al. (2008), Gomes de Freitas y Klassen (2011) registraron valores de implantación en mezclas de gramíneas perennes con leguminosas de 28 y 38% respectivamente. En estos últimos tres experimentos sucedieron condiciones climáticas post-siembra de muy buena temperatura y balance hídrico, lo que promovió los altos niveles de implantación logrados.

4.2.2 Forraje disponible

A continuación se presentan las cantidades de forraje disponible promedio para cada tratamiento, expresados en kg/ha de MS y en centímetros.

Cuadro No. 9. Disponibilidad promedio de forraje en kg/ha de MS, para cada tratamiento

Tratamiento	Disponible (kg/ha de MS)
TR+RG	2001 A
F+TB+LC	1946 AB
A+D	1872 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$)

Observando los datos del cuadro, se concluye que TR+RG presentó mayor disponibilidad de forraje que A+D, sin mostrar diferencias significativas con F+TB+LC. Tampoco se hallaron diferencias estadísticas entre la disponibilidad de forraje de F+TB+LC y la de A+D.

Si bien entre los distintos tratamientos no existen grandes diferencias en términos absolutos entre el forraje disponible, el tratamiento TR+RG presenta un disponible de kg/ha de MS en promedio numéricamente superior al resto de los tratamientos, y en particular, estadísticamente superior al tratamiendo A+D. Considerando que el consumo animal se realizó siempre dejando un remanente similar en los tratamientos, y que el consumo no fue restringido en ningún momento, estas diferencias deberían estar explicadas por las diferencias en precocidad y las tasas de crecimiento y vigor inicial a favor de *Trifolium pratense* y *Lolium perenne*, ya que, dentro de las leguminosas, las semillas de los tréboles absorben mayor cantidad de agua y en forma más rápida durante la germinación (Langer, 1981) y dentro de las gramíneas perennes el raigrás se presenta como la especie con mayor velocidad de desdoblamiento del almidón del endosperma (Brock et al., citados por Moliterno, 2000).

A su vez, considerando los componentes de las distintas mezclas, el hecho de que A+D presente sólo al dactylis como especie de producción invernal, en contraste con los otros dos tratamientos que presentan dos especies de ciclo invernal cada uno, podría estar explicando el menor aporte invernal de esta mezcla y en consecuencia menor disponibilidad promedio en todo el período. Cabe destacar que la fecha de siembra de junio de este experimento se considera tardía (Brito del Pino et al., citados por López et al., 2012) afectando principalmente al dactylis, el cual muestra peor desempeño en

siembras tarde (Gomes de Freitas y Klassen, 2011). Complementariamente, Carámbula (2007b) asegura que en fechas de siembra no adecuadas, especies como alfalfa y lotus serían las más perjudicadas, mientras que festuca, trébol blanco y trébol rojo no se verían tan afectadas, proponiendo al raigrás como el más estable. Esto sucede a causa de que la siembra de especies estivales en meses de invierno, coloca a las plántulas en situaciones de mayor sensibilidad a daños por frío, aumentando también el riesgo de sufrir períodos de anegamiento que pueden ser letales en estados juveniles. Además, con el frío, los procesos de crecimiento se enlentecen, reduciéndose particularmente la velocidad de formación de nódulos.

Comparando estos resultados con los datos de disponibilidad obtenidos por Albano et al. (2013) de 2.726 kg/ha MS para festuca, trébol blanco y lotus se pueden considerar significativamente inferiores. Sin embargo, tomando como referencia a López et al. (2012), quienes reportaron valores de 1.988 kg/ha MS para la misma mezcla, no existieron diferencias significativas. Para el tratamiento de alfalfa y dactylis, los datos que se presentan en el cuadro si bien son superiores a los obtenidos por Albano et al. (2013) de 1.681 kg/ha MS, son significativamente inferiores a los que obtuvieron López et al. (2012) de 2.088 kg/ha MS. Los resultados obtenidos en el experimento superan a los registrados por Agustoni et al. (2008) donde, con asignaciones de forraje de 4,5%, se alcanzaron disponibilidades cercanas a los 1.465 kg/ha de MS, y también superan pero en menor medida a las obtenidas por Foglino y Fernández (2009), de 1.700 kg/ha de MS. Estos últimos dos trabajos corresponden a mezclas de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

Cuadro No. 10. Altura promedio del forraje disponible por tratamiento, en centímetros

Tratamiento	Altura disponible (cm)
TR+RG	18,3 A
F+TB+LC	16,3 B
A+D	15,0 C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$)

Con respecto a la altura del forraje disponible, en el cuadro No. 10 se pueden apreciar diferencias significativas entre los tres tratamientos, la cual sigue la misma tendencia que la biomasa disponible. Estos resultados coinciden con Hodgson (1990), la altura del forraje está relacionada con la cantidad de materia seca disponible, lo cual concuerda con los datos que muestran diferencias significativas a favor de los tratamientos TR+RG y F+TB+LC. Si se presta atención a las alturas de ingreso del pastoreo se observa que en los

tratamientos TR+RG y F+TB+LC concuerdan con las recomendadas por Zanoniani et al. (2006), que consideran una altura apropiada para el ingreso en este tipo de mezclas de entre 15 a 20 cm. No así para el caso del tratamiento A+D, ya que para esta mezcla la altura de ingreso recomendada se ubica entorno a los 20 cm. En el caso del cultivo de alfalfa puro la altura recomendada para el ingreso de los animales es de 35 cm, mientras que para dactylis puro ésta sería de 15 cm. En las condiciones de nuestro país la alfalfa no alcanza estas alturas durante el período invernal, por lo cual, para el ingreso del pastoreo, se toma como referencia la cantidad de yemas activas. De todos modos una altura promedio de 15 cm para el ingreso sobre esta mezcla puede generar un menor nivel de reservas de la alfalfa perjudicando el rebrote con consecuentes disminuciones en el forraje disponible (Rebuffo, 2000).

Si se comparan los resultados obtenidos en el presente trabajo con los logrados por Fariña y Saravia (2010), los cuales fueron de 15,6 cm y 16,4 cm para las mezclas de festuca, trébol blanco y lotus corniculatus, y alfalfa y dactylis respectivamente, se puede observar que no difieren en gran medida. López et al. (2012) reportaron valores de 12,9 cm para la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus corniculatus, y 18,4 cm para alfalfa y dactylis. Albano et al. (2013) obtuvieron valores de 15 cm para la mezcla con festuca y 10 cm para la mezcla con dactylis.

4.2.3 Forraje remanente

En esta instancia se presenta un análisis similar al realizado anteriormente pero para el forraje remanente, también expresado en kg/ha MS y en altura en centímetros.

Cuadro No. 11. Forraje remanente promedio en kg/ha de MS para cada tratamiento

Tratamiento	Remanente (kg/ha de MS)
F+TB+LC	842 A
TR+RG	812 A
A+D	791 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$)

No se observaron diferencias estadísticas para el remanente en kg/ha de MS de los distintos tratamientos. Aún así, en términos absolutos el tratamiento A+D es el que presenta menor cantidad de forraje remanente, lo cual sería resultado de que también fue el tratamiento que presentó menor disponibilidad, en un experimento donde se mantuvieron las cargas

relativamente constantes al igual que el número de días en pastoreo en cada bloque.

Fariña y Saravia (2010), reportaron forraje remanente de 826 y 731 kg/ha de MS en mezclas de *Lolium perenne*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* y *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* respectivamente. Agustoni et al. (2008) obtuvieron remanentes de 763 kg/ha de MS para una asignación de forraje de 4,5 %, situación similar a la del presente experimento. Foglino y Fernández (2009), reportan valores aproximadamente de 600 kg/ha de MS para una pradera conformada por dos gramíneas perennes y dos leguminosas, estos datos son inferiores a los presentados en el actual trabajo. Por otra parte, Albano et al. (2013) registran valores de remanente de 1.353 kg/ha de MS para una mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, y remanentes de 791 kg/ha de MS para una mezcla de *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata*, ambas de primer año.

En el caso del experimento en cuestión, el hecho de que no se observen diferencias entre los remanentes es consecuencia directa de que las distintas mezclas se manejaron siempre con altas cargas - 1.057, 944 y 868 kg/ha de peso vivo promedio en F+TB+LC, A+D y TR+RG, respectivamente- y por sobre todo, como ya fue dicho, el criterio utilizado para el cambio de bloque fue que el forraje alcance alturas de entre 5 y 7 cm en cualquiera de los tres tratamientos.

Cuadro No. 12. Altura promedio del forraje remanente por tratamiento, en centímetros

Tratamiento	Altura remanente(cm)
TR+RG	7,7 A
F+TB+LC	7,0 AB
A+D	6,3 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$)

Observando las alturas del forraje remanente se puede afirmar que para todos los tratamientos se cumplió con las recomendaciones de manejo. Las alturas logradas al momento de salida estarían favoreciendo la posterior persistencia de la pastura (Arenares et al., 2011). Según Zanoniani et al. (2006), la altura promedio de pastoreo para especies postradas es de hasta 2,5 cm, mientras que para especies de hábito erecto las intensidades oscilan entre 5 y 7,5 cm. Esto coincide con lo expuesto por Carámbula (2007b), quien afirma que 5 cm de remanente y períodos de recuperación adecuado favorecen la máxima utilización de la luz incidente por parte de las plantas, cubren la superficie del

suelo de forma densa y vigorosa, y reducen el secado del viento y las heladas, favoreciendo la persistencia de la pastura.

4.2.4 Evolución de la materia seca presente pre y post pastoreo

Los novillos entraron en pastoreo a partir del día 3 de setiembre y el criterio de rotación utilizado determinó que el cambio de franja se realizara, en promedio, cada 13 días. La tendencia general de los tres tratamientos fue que, cuando avanzaron los meses primaverales, la producción de forraje se vio acelerada, lo cual era esperable dado el pasaje a la etapa reproductiva de las especies sembradas sumado a un incremento en las temperaturas y mejora en las condiciones hídricas entrado el mes de noviembre. Escuder, citado por De Souza y Presno (2013), afirma que los incrementos en intensidad de radiación en la primavera coinciden con la elongación de los tallos de las especies de ciclo invernal, por lo que el IAF se torna mayor a un mismo porcentaje de intercepción de luz. Caso contrario a lo que sucede en otoño, donde las hojas del estrato inferior permanecen fotosintetizando activamente, manteniendo niveles de intercepción del 95%.

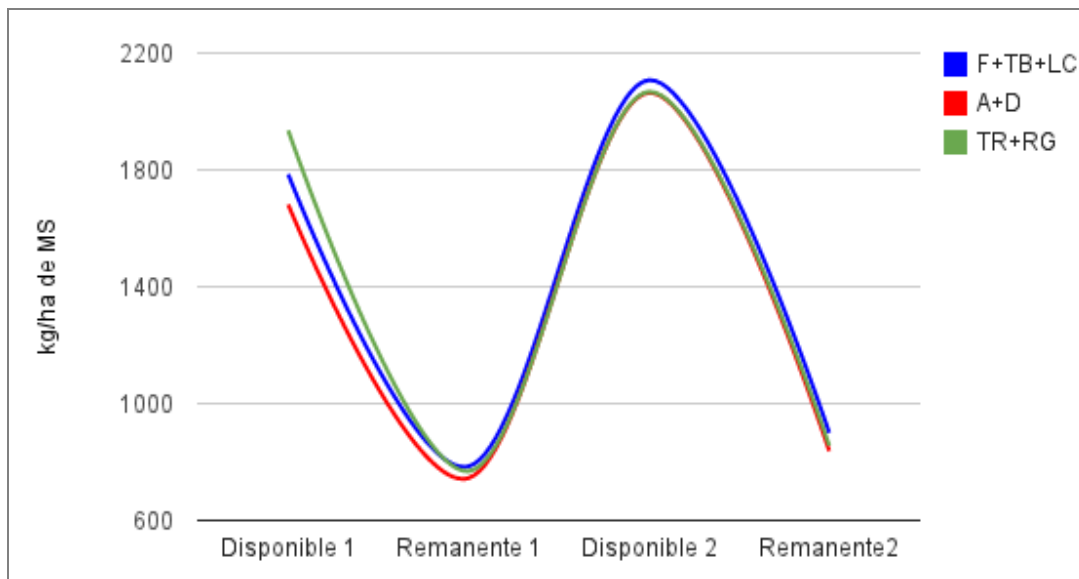


Figura No. 4. Evolución de la materia seca para los distintos tratamientos

La figura No. 4 deja en evidencia que las diferencias estadísticas entre la materia seca disponible de los tratamientos está básicamente explicada por los contrastes entre los crecimientos en el período invernal de las distintas mezclas, sea tanto por el número de especies invernales que las componen como por el comportamiento diferencial morfo-fisiológico de dichas especies, como ya fue expuesto en párrafos anteriores. En la mezcla compuesta por

Trifolium pratense y *Lolium perenne*, ambas especies son invernales y poseen alto vigor inicial, en contraposición con *Trifolium repens*, el cual presenta bajo vigor inicial, y *Festuca arundinacea*, especie de lenta implantación. Para el caso de *Medicago sativa*, ésta es de ciclo estival, por lo tanto su producción se verá incrementada a partir de fines de primavera, al tiempo que *Dactylis glomerata*, por más que presente buen establecimiento, es el único componente invernal de la mezcla.

Otro factor en juego es el hecho de que el presente experimento haya sido sembrado en fechas tardías de junio debido al exceso de precipitaciones acumuladas en los meses de marzo, abril y mayo como se ve en la figura No. 2. Este factor podría estar implicando un corrimiento de la oferta de forraje hacia los meses primaverales, donde las tasas de crecimiento en promedio se hacen muy similares gracias a las buenas condiciones climáticas de temperatura y precipitaciones dadas en esta estación, resultando en disponibles semejantes.

Las altas recuperaciones post pastoreo se explican, entre otros factores, por el correcto manejo del pastoreo en referencia a los momentos de salida e ingreso a las franjas, lo que permitió lograr adecuadas superficies foliares remanentes, factor de mucha importancia para alcanzar un correcto rebrote. En casos donde el área foliar remanente es limitante o de baja calidad, el rebrote pasa a quedar determinado por la cantidad de reservas acumuladas, situación que no ocurrió en este experimento. Langer (1981) afirma que el rebrote post pastoreo depende de la movilización de reservas de las partes remanentes de la planta y del área foliar remanente. La movilización ocurre desde las raíces, el tallo, la vaina foliar y las bases de las hojas. Por ello es muy importante respetar los períodos de descanso de modo de recuperar las reservas utilizadas, para lograr un rebrote más rápido y un rendimiento superior. En el mismo sentido, Carámbula (2010c), asevera que las reservas de carbohidratos son determinantes de la tolerancia a las temperaturas bajas invernales y a las elevadas temperaturas al avanzar la primavera hacia el verano. Por lo que cualquier manejo inicial de pastoreo que origine bajas cantidades de reservas de carbohidratos solubles, conducirá a poblaciones laxas y frágiles.

4.2.5 Composición botánica

A continuación se presentan los datos de composición botánica promedio para cada tratamiento, tanto para forraje disponible como para remanente.

Cuadro No. 13. Composición botánica promedio del forraje disponible para cada tratamiento, expresada en kg/ha de MS

Tratamiento	Gramíneas	Leguminosas	Malezas
F+TB+LC	933 A	714 A	299 A
TR+RG	978 A	662 AB	360 A
A+D	993 A	562 B	317 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$)

En el cuadro No. 13 se observa que, para gramíneas y malezas, no se detectaron diferencias significativas, sin embargo en el componente leguminosas sí existieron diferencias. Esto se puede explicar ya que en el tratamiento A+D el componente leguminosa es alfalfa, que tiene un ciclo de producción más primavera-estivo-otoñal, contribuyendo menos a la materia seca ofrecida en éste período del año, comparativamente con las otras mezclas que poseen leguminosas invernales como el trébol blanco y el trébol rojo. La fracción leguminosas es significativamente mayor en el tratamiento F+TB+LC, lo que se explica porque esta mezcla se compone de dos especies leguminosas y además el trébol blanco posee una mayor capacidad de crecimiento en condiciones de invierno dado por su menor IAF óptimo y su hábito de crecimiento estolonífero que le permite colonizar el suelo rápidamente. En ese sentido, Elergersma, citado por Arenares et al. (2011), sostiene que el bajo IAF óptimo de las leguminosas, en especial el trébol blanco, respecto a las gramíneas, les permite hacer un mejor aprovechamiento de la baja luminosidad invernal, a diferencia de las gramíneas, las cuales se benefician con la luminosidad creciente entrando en la primavera.

Se observa que el aporte de las leguminosas en general es más bajo que el de las gramíneas, lo cual se podría relacionar a la utilización de fertilización con urea en el período invernal. En este sentido, Carámbula (2007b), indica que la fertilización nitrogenada en las pasturas mezclas disminuye el aporte de las leguminosas, lo que podría estar explicando los resultados obtenidos.

Comparando estos datos, con los hallados por López et al. (2012) sobre una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus corniculatus en siembra tardía, se pueden apreciar grandes diferencias, sobre todo en el componente leguminosas, el que alcanzó aproximadamente 1.200 kg/ha de MS mientras que las gramíneas solamente lograron 450 kg/ha de MS y el componente malezas unos 300 kg/ha de MS. Los mismos autores reportan valores aproximados de 600 kg/ha de MS de gramínea, 1.200 kg/ha de MS de leguminosa y unos 400 kg/ha de MS de malezas para una mezcla de alfalfa y dactylis sembrada tarde.

Sin embargo los valores obtenidos en este trabajo coinciden con los de Albano et al. (2013), quienes trabajando con mezclas de primer año de alfalfa y dactylis, obtuvieron valores de 987 kg/ha, 374 kg/ha y 281 kg/ha de MS para las fracciones gramíneas, leguminosas y malezas respectivamente, mientras que para mezclas de festuca, trébol blanco y lotus corniculatus registraron cantidades de 835 kg/ha, 1258 kg/ha y 557 kg/ha de MS para las respectivas fracciones. Sin lugar a dudas, los factores climáticos durante la implantación y el establecimiento pueden estar explicando las concordancias o diferencias entre estos experimentos.

Cuadro No. 14. Composición botánica promedio del forraje remanente y selectividad de cada fracción para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS

Trat.	Gramíneas	Selec. Gram. (%)	Leguminosas	Selec. Leg. (%)	Malezas
F+TB+LC	457 A	51	252 A	65	133 B
A+D	371 B	63	232 A	59	188 AB
TR+RG	386 B	61	225 A	66	201 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$)

Todos los tratamientos presentan mayores remanentes de la fracción gramíneas que la de leguminosas, coincidente con la composición del disponible. A su vez, en F+TB+LC y TR+RG los animales seleccionan las leguminosas frente a las gramíneas para su consumo, por ser más apetecibles. Las leguminosas, desde el punto de vista nutritivo, presentan mayor digestibilidad y son superiores en contenido de nitrógeno y minerales (fundamentalmente calcio, fósforo y magnesio) que las gramíneas. Presentan menor contenido de pared celular, y son más ricas en sacarosa y pectinas. En suma, la composición química, el nivel de consumo y la utilización de los nutrientes hacen que las leguminosas se destaquen en valor nutritivo y apetecibilidad en relación a las gramíneas, y en consecuencia presenten mayores tasas de consumo y mayor consumo voluntario diario, basado fundamentalmente en las tasas de degradación y pasaje. Otros factores que pesan a favor de las leguminosas son las diferencias físicas de resistencia a la ruptura, y la distribución espacial de hojas y tallos (Trujillo y Uriarte, s.f.). En el tratamiento A+D se observa mayor selección de la fracción gramínea, lo que puede estar explicado por el hábito de crecimiento del dactylis, donde su crecimiento más erecto en comparación con festuca y raigrás permite una mejor distribución de la materia seca a lo largo de toda la altura de la pastura.

Observando la variación porcentual entre disponible y remanente en las figuras No. 5, 6 y 7, concluimos que para todos los tratamientos disminuye la

fracción leguminosas. Por otra parte, no se detectan diferencias en kg/ha de MS en la fracción leguminosas entre los tratamientos pero se puede observar como la fracción gramíneas de la mezcla F+TB+LC es la que obtuvo mayor remanente. Si a esto se le suma que el punto de partida son disponibles idénticos estadísticamente entre los tres tratamientos, esta diferencia sería adjudicada a que el encañado temprano y vigoroso de la festuca provocaría un descenso en la calidad (Langer, 1981) en relación a dactylis y raigrás.

Comparando los cuadros de composición botánica del disponible y el remanente queda en evidencia que hubo un cierto consumo de las malezas por parte de los animales comprobando que a pesar de ser malezas y ejercer un efecto negativo sobre las pasturas sembradas también son parte de la dieta animal. Las principales malezas observadas en el área experimental fueron especies de hoja ancha anuales invernales tales como *Ammi sp.*, *Brassica sp.*, *Anthemis cotula*, *Bowlesia incana*, *Cerastium glomeratum*, *Stellaria media* y algunos cardos. *Ammi sp.* y *Brassica sp.* son utilizadas comercialmente como alternativas forrajeras. Existen investigaciones que afirman que ciertas especies de *Brassica* son de excelente calidad para los rumiantes, con alta digestibilidad, alta concentración de energía metabolizable, bajos niveles de FDN y valores moderados de proteína cruda (Ayala et al., 2007).

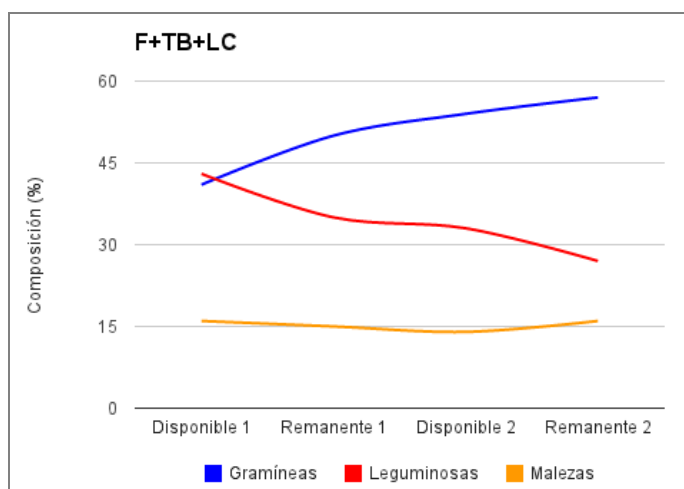


Figura No. 5. Evolución de la composición botánica del forraje disponible y remanente para el tratamiento F+TB+LC, expresada en porcentaje

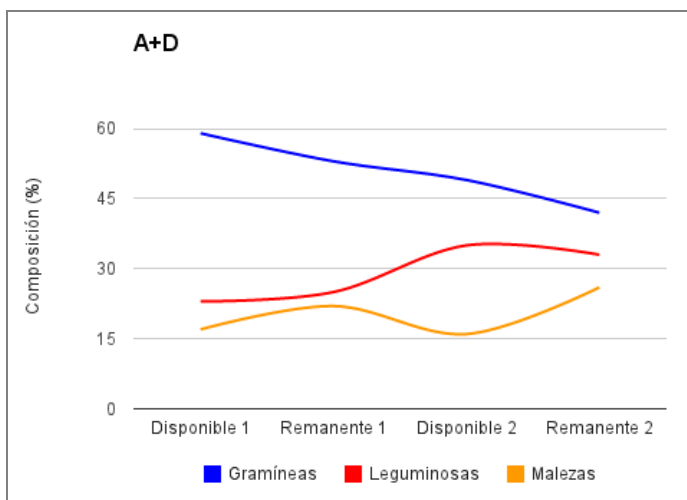


Figura No. 6. Evolución de la composición botánica del forraje disponible y remanente para el tratamiento A+D, expresada en porcentaje

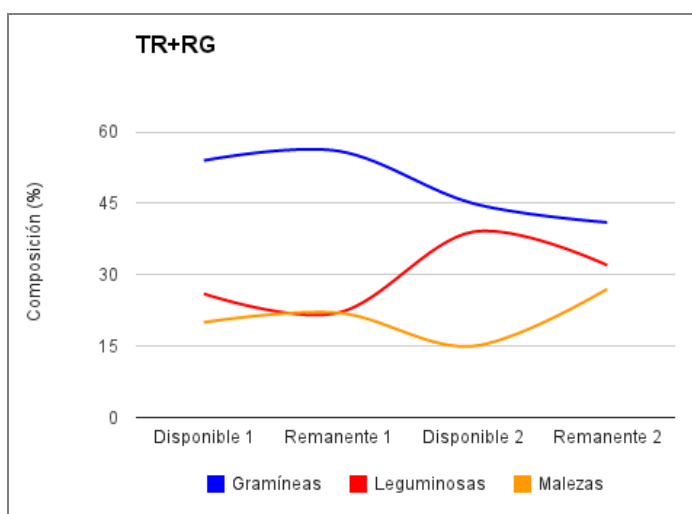


Figura No. 7. Evolución de la composición botánica del forraje disponible y remanente para el tratamiento TR+RG, expresada en porcentaje

Como puede observarse en las figuras No. 5, 6 y 7, la participación porcentual del forraje de gramíneas siempre alcanza mayores magnitudes que los demás componentes, oscilando entre valores de 40 y 60%. En el presente experimento ocurrió que las gramíneas lograron mayor precocidad -capacidad de germinación y crecimiento inicial-, factor que define la capacidad de acumulación de los primeros 1.000 kg de materia seca en el tiempo, diferencia que, según Carámbula (2007a), prevalece durante el primer año de vida de la pastura, invirtiéndose hacia el segundo año donde pasarían a dominar las leguminosas hasta el tercer año. Por otra parte, las leguminosas parecen oscilar

en un rango comprendido entre un 20 y un 40% de participación, al tiempo que las malezas lo hacen entorno al 20% en promedio. Carámbula (2010b) opina que en la etapa de establecimiento de las pasturas mezcla, en la fase heterotrófica, la disponibilidad de nutrientes edáficos, fundamentalmente nitrógeno y fósforo, puede ser un factor determinante en la dominancia de unas especies sobre otras. Si bien al principio, el crecimiento de las gramíneas es más lento que el de las leguminosas, en etapas sucesivas las primeras muestran generalmente una tasa de crecimiento muy importante por medio de un mayor macollaje y formación de hojas.

De Souza y Presno (2013) trabajando con praderas mezcla de tercer año obtuvieron valores de enmalezamiento de entre 10 a 20%, habiendo aplicado herbicidas para el control de malezas de hoja ancha. Moliterno (2002) obtuvo valores de malezas en que variaron entre 18 y 64 % evaluando distintas mezclas de primer año, sin controlar malezas. Nuestros datos no difieren significativamente a los encontrados por Albano et al. (2013), quienes observaron valores que oscilan entre 10 y 20 %, para mezclas de primer año. Esta coincidencia se encuentra dentro de lo esperado, ya que en ambos experimentos se realizaron manejos similares y aplicaciones de herbicidas para el control de malezas. Si no se hubiera realizado control de malezas dicotiledóneas se esperaría un aumento de dicha fracción al ir ingresando en la estación estival, ya que las especies componentes de las mezclas son en su mayoría invernales, lo que favorecería el ingreso y colonización por parte de las malezas, quienes presentan muy buena capacidad de crecimiento y desarrollo. De todos formas, los valores obtenidos en el presente trabajo son esperables para praderas de estas características y de primer año, para las que Carámbula (1977) propone niveles cercanos a 60 % para la fracción gramíneas, 30 % para la fracción leguminosas y 10 % para la fracción malezas.

En el caso del tratamiento F+TB+LC, se puede apreciar en la figura No. 5, un nivel inicial de leguminosas tan elevado como el de la fracción gramíneas, lo que puede deberse fundamentalmente a la contribución del trébol blanco a la mezcla. Respecto a este tema, López et al. (2012) opinan que dentro de fechas tardías, la menor proporción de gramíneas se puede explicar por la mayor agresividad que tiene el trébol blanco en tasa de crecimiento y ocupación de espacios, siendo más eficiente en la competencia tanto por luz como por nutrientes. Según Carámbula (1977), el trébol blanco tiende a dominar las praderas durante el invierno, dada las condiciones ambientales que lo caracterizan, al tiempo que las gramíneas ganan participación ya entrada la primavera, como lo muestra la figura No. 5.

En la figura No. 6 se observa un mayor aporte del *dactylis* hacia el invierno, el que decae hacia el verano en respuesta a un aumento en la

proporción de la alfalfa. Similares resultados obtuvieron Arenares et al. (2011), trabajando con praderas mezcla de segundo año, donde en los meses de invierno las gramíneas aportaron entre un 50 y un 70% del forraje total, al registrarse las menores tasas de crecimiento de alfalfa por su entrada en latencia, donde dicha leguminosa participó en un 20 a 30% de la materia seca. Según Formoso (2000a), en mezclas de alfalfa con gramíneas perennes, los aportes de la gramínea en los primeros dos a tres años de vida son bajos y las producciones de forraje de la mezcla son explicadas mayoritariamente por la leguminosa, en contraposición con lo que sucedió en este experimento. Luego, al aumentar el nivel de nitrógeno del suelo proveniente de la alfalfa, las gramíneas comienzan a ocupar espacios vacíos. Las diferencias se explican porque nuestro experimento evaluó mezclas recién implantadas, con fecha de siembra relativamente tardía y en parte del invierno y primavera, mientras que Formoso (2000a) ensayó en siembras tempranas durante un año entero.

Para el caso del tratamiento TR+RG, se destaca en la figura No. 7 que a medida que se avanza en el tiempo, la proporción del componente leguminosa va aumentando. Esto se explica porque la leguminosa de este tratamiento se corresponde al trébol rojo, forrajera que, aún siendo de ciclo invernal, presenta aproximadamente el 70% de su producción total en el período primavero-estival (Langer, 1981).

4.2.6 Suelo descubierto

El cuadro No. 15 presenta la información del porcentaje de suelo descubierto según tratamiento, medido en forraje disponible y en forraje remanente. Es interesante seguir esta variable ya que muestra el grado de cobertura del suelo, pudiendo incidir en los procesos de erosión y compactación. A su vez por tratarse de una pradera en su primer año, el grado de cobertura sería un buen indicador de la implantación y futura persistencia de la pradera, dado que según Zanoniani (2010), se relaciona directamente con el enmalezamiento estival.

Cuadro No. 15. Porcentaje del suelo descubierto promedio para el forraje disponible y remanente

Tratamiento	SD disponible (%)	SD remanente (%)
A+D	26 A	33 A
TR+RG	22 AB	28 B
F+TB+LC	19 B	24 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$)

Los resultados que se observan en el cuadro No. 15 son racionales ya que, al referirnos a praderas de primer año, se espera que exista cierta proporción de suelo descubierto. Tampoco sorprende que la mezcla que presente mayor porcentaje de suelo desnudo sea A+D, ya que está compuesta por especies de hábitos más erectos y por lo tanto les lleva mayor tiempo lograr una buena cobertura horizontal del suelo. Estas diferencias se acentúan al observar el suelo descubierto luego de los pastoreos. En cambio en la mezcla F+TB+LC la presencia de trébol blanco asegura una mayor colonización de los espacios libres dado que presenta hábito de crecimiento estolonífero.

En este sentido, se debe tener precaución cuando se trabaje con mezclas de alfalfa y dactylis, debido a que, según Ayala et al. (2010), el dactylis cuenta con un sistema radicular menos profundo y es menos resistente que la festuca al pisoteo, y además la alfalfa presenta una raíz pivotante que no permite dar estructura al suelo, hechos que a mediano plazo podrían estar favoreciendo el incremento de suelo descubierto.

De Souza y Presno (2013) reportaron valores de suelo descubierto en praderas mezcla de tercer año de festuca o dactylis con leguminosas perennes cercanos al 2% medidos sobre disponible y al 7% medidos sobre remanente. Agustoni et al. (2008) obtuvieron para una mezcla de raigrás perenne, trébol blanco y lotus de segundo año, valores inferiores al 10% e incrementos en suelo descubierto al disminuir la asignación de forraje.

4.2.7 Producción de materia seca

4.2.7.1 Tasa de crecimiento

Cuadro No. 16. Tasa de crecimiento promedio de la pastura para cada tratamiento

Tratamiento	TC (kg/ha/día de MS)
TR+RG	24,0 A
F+TB+LC	23,7 A
A+D	23,0 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$)

No se observan diferencias significativas para las tasas de crecimiento promedio entre los distintos tratamientos, aunque en valores absolutos el tratamiento TR+RG fue superior al resto. Esto concuerda con las diferencias obtenidas en producción total de forraje, donde ésta mezcla se presenta como la de mayor producción total en el período, en el cuadro No. 17.

Los resultados para la mezcla A+D no coinciden con lo propuesto por Boutes y Zarza, citados por Carámbula (1977), quienes indican que para el año de implantación, *dactylis* tiene un crecimiento inicial más vigoroso y generalmente mayor rendimiento que *festuca* y *phalaris*. Recordemos que el actual experimento fue sembrado en fechas tardías. Fechas de siembras tempranas permiten que las plantas se desarrollen en mejores condiciones y tengan mayores oportunidades de crecimiento. Siembras en fecha tardía o avanzada la estación de otoño, por el contrario, pueden estar provocando menores crecimientos en las plantas, porque las oportunidades son inferiores a las anteriores, llegando a generar problemas de crecimiento en épocas de sequía o donde los déficits hídricos comienzan a hacerse notar –ingresando al verano-, ya que no pudieron establecer un adecuado sistema radicular.

López et al. (2012) reportaron valores de tasa de crecimiento en praderas mezcla de alfalfa y *dactylis* durante el año de siembra de entre 30 y 46 kg/ha/día de MS, y para mezcla de *festuca*, trébol blanco y *lotus* de entre 18 y 39 kg/ha/día de MS, para diferentes fechas de siembra. Albano et al. (2013) exponen niveles de crecimientos diarios para una mezcla de alfalfa y *dactylis* de primer año de 18 kg/ha de MS en promedio, y de 40 kg/ha de MS promedio para una pastura de *festuca*, trébol blanco y *lotus*. Según Leborgne (1995), la tasa de crecimiento de una pastura mezcla compuesta por una gramínea perenne, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, para su primer año de vida en primavera estaría entorno a los 35 kg/ha/día de MS en promedio. Por otro lado, trabajando con praderas de tercer año, De Souza y Presno (2013) registraron crecimientos de entre 30 y 60 kg/ha/día de MS en mezclas de *festuca*, trébol blanco y *lotus corniculatus*, variando la carga, mientras que para la mezcla de alfalfa y *dactylis* obtuvieron crecimientos diarios de casi 39 kg/ha de MS.

A continuación se presenta la evolución periódica de la tasa de crecimiento de los tratamientos en función de dos variables climáticas que explican enorme parte de su comportamiento: temperatura media y precipitación acumulada.

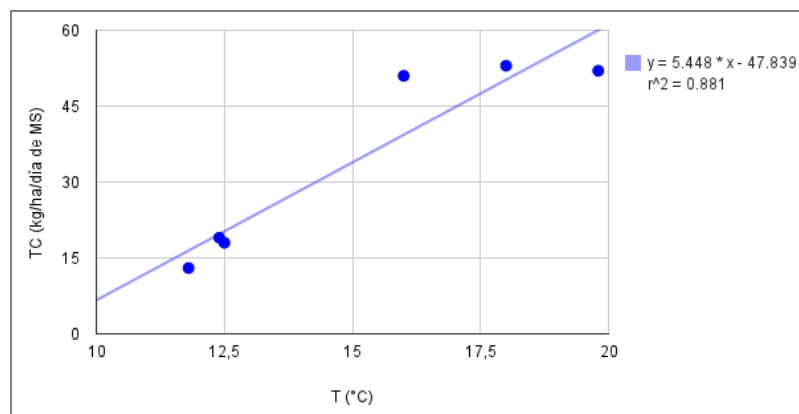


Figura No. 8. Tasa de crecimiento (kg/ha/día de MS) promedio de los tratamientos en función de la temperatura media diaria (°C)

A medida que se aproxima la primavera las temperaturas comienzan a elevarse y conjuntamente las tasas de crecimiento se ven incrementadas. A las plantas les lleva menor tiempo acumular la temperatura necesaria para la aparición de nuevas hojas (filocrón), esto lleva a que la tasa de aparición de hojas sea mayor, a medida que la temperatura media diaria es mayor. Esto a su vez coincide con lo mencionado por Carámbula (1977), en relación a que las temperaturas de entre 15 y 20°C aseguran buenas tasas de crecimiento.

También se debe considerar la disponibilidad de agua, ya que puede condicionar la tasa de crecimiento en casos de existir deficiencias. A continuación se presentan la tasa de crecimiento en función de las precipitaciones acumuladas en el período de pastoreo, desde la siembra en junio de 2013.

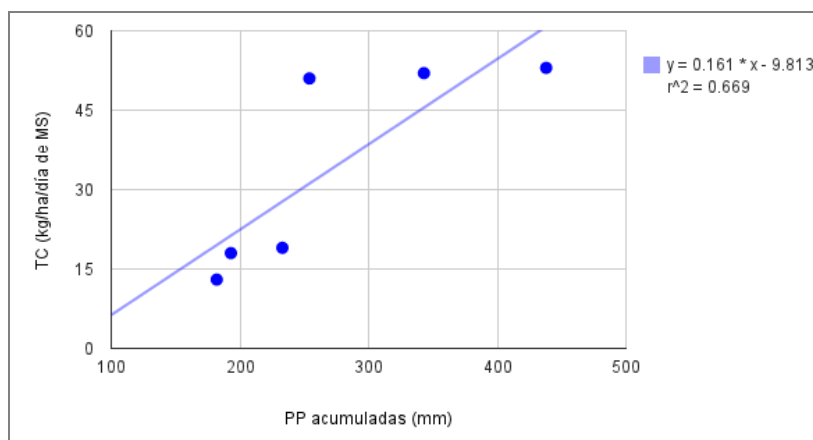


Figura No. 9. Tasa de crecimiento (kg/ha/día de MS) promedio de los tratamientos en función de las precipitaciones acumuladas

En base a los resultados obtenidos no se pueden realizar afirmaciones al respecto, por más que en el gráfico se observe una tendencia lineal, debido a que las precipitaciones no son el principal factor responsable de la tasa de crecimiento de las pasturas, siendo éste la temperatura, siempre y cuando se mantenga en condiciones de agua no limitante, de lo contrario el agua pasa a ser el factor determinante. En este experimento la temperatura explicó el 88% de la tasa de crecimiento y las precipitaciones el 67%.

Es importante considerar que en caso de que suceda un exceso de agua considerable puede llegar a ser negativo porque suceden más daño por pisoteo, pero si dichos excesos ocurren en momentos de mayor demanda atmosférica –primavera y verano- es difícil que las plantas caigan en estrés, ya que, por lo contrario, cuando las temperaturas son altas dentro del rango óptimo, se aceleran los procesos metabólicos aumentando la tasa de crecimiento.

4.2.7.2 Producción de forraje

A continuación se presentan los datos de producción de forraje promedio por tratamiento en todo el período experimental, expresados en kg/ha de materia seca.

Cuadro No. 17. Producción de forraje total para cada tratamiento, expresado en kg//ha de MS

Tratamiento	Producción de forraje promedio (kg/ha de MS)
TR+RG	4092 A
F+TB+LC	3961 AB
A+D	3883 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$)

Como se puede observar en el cuadro, existe una diferencia estadística y numéricamente marcada en producción a favor del tratamiento TR+RG. Esto era de esperar ya que todas las otras variables que también fueron estadísticamente máximas (forraje disponible, remanente, tasa de crecimiento) son las causantes de esta mayor producción medida en todo el período del experimento. Esto puede considerarse real dentro de ciertos valores, ya que si el remanente es abundante pero de mala calidad la producción de forraje puede ser aún menor. Es importante volver a destacar el alto vigor inicial y agresividad de las especies que componen el tratamiento TR+RG, las cuales, en este

experimento que se sembró tarde, fueron las que mejor se adaptaron en términos absolutos, logrando máximas producciones.

Albano et al. (2013) reportaron producciones invierno primaverales en mezclas de primer año de festuca, trébol blanco y lotus corniculatus, y alfalfa y dactylis, de 5.120 kg/ha de MS y 2.574 kg/ha de MS, respectivamente. López et al. (2012) obtuvieron para las mismas mezclas, en siembras tardías, producciones de 4.300 kg/ha de MS para la mezcla con festuca y 5.300 kg/ha de MS para la mezcla con dactylis, aproximadamente.

Según García (1995a) al comparar *Dactylis glomerata* cv. Oberón con *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé puros y en mezclas con trébol blanco y lotus, en general mostraron una distribución estacional análoga, y en términos de producción existe cierta superioridad a favor de la mezcla con dactylis, en invierno, primavera y verano. Los resultados de nuestro experimento sugieren que la mezcla de alfalfa y dactylis reportó los valores absolutos y estadísticos más bajos. Esto pudo deberse a el componente leguminosa de esta mezcla, y a que el período de evaluación fue invierno-primavera donde la alfalfa aportó poco a la producción. En verano se esperaría una superioridad de este tratamiento en comparación con las otras mezclas en términos de producción.

Formoso (2011) trabajando con 113 opciones de mezclas forrajeras, sembradas en directa la primer quincena del mes de mayo, en el año de implantación y en el mismo período que el actual experimento, obtuvo producciones aproximadas de 7.500 kg/ha de MS para mezclas de raigrás anual con trébol rojo, 6.500 kg/ha de MS para mezclas de festuca, trébol blanco y lotus, y finalmente 2.700 kg/ha de MS para la mezcla de alfalfa y dactylis, similar tendencia a la reportada en este trabajo. Para este período, el autor concluye que las asociaciones que incluyen trébol rojo en su composición son las más destacadas en rendimiento. A su vez, los rendimientos de raigrases de comportamiento anual y bianual superan ampliamente a los de las gramíneas perennes, entre ellas la festuca. Con relación a las leguminosas, éstas aumentaron en gran magnitud sus aportes productivos al rendimiento total de las mezclas, de tal modo que, cuando se las asoció a una gramínea, la participación promedio de las mismas logró superar el 60%, siendo clave para determinar los rendimientos de las mezclas en el período. Entre las leguminosas de destacó el trébol rojo por sus mayores aportes mientras que la alfalfa se ubicó en el extremo de menor producción.

Cabe mencionar que los niveles de producción de carne en este experimento fueron elevados en todos los tratamientos. Sobre la mezcla TR+RG se obtuvieron los menores niveles de ganancias medias diarias y las

menores producciones de carne por unidad de superficie, alcanzando 356 kg/ha de peso vivo, mientras que en F+TB+LC y A+D se lograron 439 y 410 kg/ha de ganancia de peso vivo, respectivamente. Estas diferencias se explican fundamentalmente por la velocidad de pérdida de calidad de las especies componentes de la mezcla de trébol rojo con raigrás, resultado del pasaje prematuro al estado reproductivo, con influencia a la baja en los niveles de ganancias medias diarias. Las asignaciones de forraje logradas en el experimento variaron entre 6,3% del PV para el caso de TR+RG, pasando por un 5,4% del PV para el tratamiento de A+D, hasta un 5,0% del PV en la mezcla F+TB+LC. Estos valores se encuentran en el rango de lo recomendado por Zanoniani (2014), quien propone que trabajar con asignaciones entre 4,5 y 7% permite obtener ganancias adecuadas y promueve la persistencia de la pastura. El tratamiento TR+RG muestra las asignaciones de forraje mayores ya que además de ser la mezcla con mejor producción de forraje en el período evaluado, fue en la que se lograron menores ganancias, sosteniendo menor cantidad de kilos por hectárea.²

4.2.8 Componentes estructurales de la pastura

En este ítem se describen algunos de los componentes estructurales de la pastura, como ser el número de plantas tanto de gramíneas como de leguminosas y peso de las malezas, la relación parte aérea-raíz, entre otras características. La medición fue realizada el 10 de febrero de 2014, con el objetivo de realizar el seguimiento de la pastura, recabando información de todas las parcelas. Los datos fueron promediados y analizados estadísticamente en conjunto.

4.2.8.1 Densidad de gramíneas y leguminosas

A continuación se presenta un cuadro con la información del número de plantas por metro cuadrado de gramíneas y de leguminosas por tratamiento.

Cuadro No. 18. Densidad de gramíneas y leguminosas

Tratamiento	No. de pl gramíneas/m²	No. de pl leguminosas/m²
F+TB+LC	20,8 A	115,3 A
A+D	27,8 A	95,8 AB
TR+RG	0,00 B	4,17 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$)

² Grolero, I.; Rodríguez de Almeida, F. s. f. Evaluación de la producción animal de tres mezclas forrajeras de primer año. 83 p. (sin publicar).

Existe un número de plantas por metro cuadrado superior de leguminosas frente a gramíneas para los tratamientos F+TB+LC y A+D, lo cual no se vio reflejado en la composición botánica tanto para disponible como para remanente (ni en porcentaje, ni en kg/ha de MS). Esto se explica fundamentalmente por la época del año en que se evaluó la composición botánica y la época en la que se evaluaron los componentes estructurales. Es esperable que pasado el verano la proporción de alfalfa tanto como la de lotus corniculatus se vea incrementada, incrementando la fracción leguminosa de sus respectivas mezclas, en detrimento de la proporción de gramíneas invernales.

De Souza y Presno (2013) obtuvieron para pasturas de tercer año de vida, en los meses de agosto y setiembre, en promedio, cerca de 240 plantas de gramínea para la mezcla alfalfa y dactylis y 290 plantas de gramínea para la mezcla festuca, trébol blanco y lotus corniculatus, por metro de superficie, mientras que la cantidad de leguminosas halladas en promedio fue de 30 y 140 para las mismas mezclas respectivamente, datos que se desvían en forma notoria de los hallados en este experimento. Creemos que la principal causa de esta diferencia radica en la fecha de siembra tardía de nuestro experimento, que no otorgó el tiempo necesario a las plantas para lograr un sistema radicular adecuado y poder sortear las condiciones estresantes del verano sin perder muchas plantas. Esta situación es más clara en el tratamiento TR+RG, donde directamente no se encontraron plantas de *Lolium perenne*, en concordancia con lo expuesto por Ayala et al. (2010), quienes afirman que en Uruguay el verano es tan caliente para esta especie que muchas veces la mayoría de las plantas no logran sobrevivir siquiera el primer verano. Es por ello que Carámbula (2010a) opina que es esencial que el raigrás perenne desarrolle sistemas radiculares vigorosos y activos, más que en ninguna otra gramínea perenne invernal. Cabe hacer mención a que el experimento sufrió en verano un severo ataque de lepidópteros, lo que redujo notablemente el stand de plantas y favoreció la invasión y colonización por parte de especies maleza, impactando en mayor medida sobre el tratamiento mezcla de raigrás perenne y trébol rojo.

López et al. (2012) en experimentos sobre mezclas de alfalfa y dactylis, y festuca, trébol blanco y lotus, en siembras tardías de junio, obtuvieron lecturas de cerca de 200 plantas gramíneas por metro cuadrado y aproximadamente 200 plantas de leguminosas, para ambas mezclas, siempre observando en meses de primavera.

4.2.8.2 Relación parte aérea - raíz

A continuación se presentan datos sobre peso de las partes aérea y las raíces, y su relación, tanto para gramíneas como para leguminosas.

Cuadro No. 19. Peso de la parte aérea y la raíz de gramíneas expresado en gramos por m² y la relación parte aérea - raíz, para cada tratamiento

Tratamiento	Gramíneas		
	PA (g/m ²)	PR (g/m ²)	Rel. PA/PR
F+TB+LC	29,6 A	23,5 A	1,30 A
A+D	27,8 A	43,6 A	0,77 AB
TR+RG	0,00 A	0,00 A	0,00 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$)

De Souza y Presno (2013) trabajando con mezclas de festuca, trébol blanco y lotus, y alfalfa con dactylis, de tercer año, obtuvieron relaciones de parte aérea/raíz de 1,2 para las gramíneas de ambos tratamientos. Albano et al. (2013), por su parte, reportaron relaciones en el entorno de 1,60 para las mismas mezclas pero en su primer año, sin obtener diferencias significativas, explicándolo básicamente por tratarse de praderas recientemente implantadas. Ambos autores midieron en meses de primavera.

López et al. (2012) midiendo en primavera obtuvieron pesos radiculares de festuca y dactylis, ambas en mezcla con leguminosas en siembras tardías, de aproximadamente 90 g/m², valores mayores a los registrados en este experimento, nuevamente explicado por las fechas en que se realizaron las mediciones. Adicionalmente, al tratarse de una pradera de primer año puede no haberse dado un total desarrollo de los órganos analizados.

Cuadro No. 20. Peso de la parte aérea y la raíz de leguminosas expresado en gramos por m² y la relación parte aérea - raíz, para cada tratamiento

Tratamiento	Leguminosas		
	PA (g/m ²)	PR (g/m ²)	Rel. PA/PR
F+TB+LC	49,2 AB	20,1 B	2,43 A
A+D	93,2 A	59,3 A	1,50 AB
TR+RG	1,04 B	0,69 B	0,87 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$)

Al igual que en este experimento, López et al. (2012), De Souza y Presno (2013) reportaron valores significativamente mayores en el peso de las

raíces de la mezcla compuesta por alfalfa y dactylis, lo que también conduce a una menor relación parte aérea/raíz en dicho tratamiento. La diferencia en peso de raíz a favor del tratamiento A+D se explica fundamentalmente porque la alfalfa presenta raíces gruesas y largas a diferencia de las leguminosas que componen el resto de los tratamientos. Por lo general, en mezclas con alfalfa donde el peso total radicular se hace superior, existen mayores oportunidades de superar las condiciones del verano en forma adecuada.

Para el caso de TR+RG, si bien no se considera representativo dado a la baja cantidad de plantas que superaron el verano por causas antedichas, se puede apreciar una relativamente baja relación parte aérea/raíz, debido a las características del sistema radicular del trébol rojo, el cual presenta una raíz pivotante y numerosas raíces adventicias que forma la corona en el cuello de la planta.

4.2.8.3 Malezas

En última instancia se analizará el peso total de las malezas – incluyendo raíces- y la proporción que representa dicho peso en relación al peso total observado.

Cuadro No. 21. Proporción y peso de malezas, según tratamiento

Tratamiento	Malezas (%)	Malezas (g/m²)
TR+RG	99,6 A	530,7
F+TB+LC	62,9 B	235,3
A+D	62,6 B	366,9

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$)

Es de remarcar que, a pesar de las diferencias estadísticas entre tratamientos, los tres presentaron un elevado porcentaje de malezas tras pasar el verano. Esto puede deberse a que, si bien todos los tratamientos corresponden a mezclas perennes, la mayoría de los componentes son de carácter invernal, por lo que las malezas van a presentar mayor competencia en verano. Esto pudo haberse visto acrecentado por la fecha de siembra tardía de este experimento y el ataque de lagartas que se observó en el área de los ensayos. Para el caso del tratamiento TR+RG, las dos especies que componen la mezcla son de ciclo invernal, lo cual favoreció aún más la colonización por parte de especies maleza.

Si se analiza el peso de malezas por metro cuadrado y se compara con los datos de porcentaje de malezas, se puede observar como A+D, si bien

posee mayor cantidad de malezas en g/m² que F+TB+LC, tiene la misma relación en porcentaje que este último tratamiento. Esto nos indica que tiene un mayor peso total de plantas sembradas, lo que debería estar explicado por la estivalidad de la alfalfa. Lo contrario ocurre con TR+RG, ya que si se observan los datos en el cuadro No. 21, se llega a la conclusión de que logró un muchísimo menor peso total de plantas sembradas, en comparación con los otros tratamientos.

4.3 CONSIDERACIONES FINALES

En relación a la implantación, por más que no se observaron grandes diferencias, las tres mezclas presentaron un establecimiento bajo, por un lado como consecuencia de las condiciones climáticas no favorables en el período post-siembra relacionadas a la fecha de siembra tardía y las bajas precipitaciones pluviales registradas, y por otra parte porque el campo natural fue el antecesor de la siembra del experimento.

Las disponibilidades promedio para cada uno de los tratamientos fueron altas, siendo la del tratamiento TR+RG significativamente mayor a la de A+D y no teniendo diferencia con F+TB+LC. En el caso de la variable altura del forraje se encontraron diferencias estadísticas entre los tres tratamientos y fue la mezcla de TR+RG la que resultó significativamente superior a las demás. El comportamiento similar entre disponibilidad y altura de forraje deja en evidencia la correlación alta y positiva que presentan estas dos variables. Con respecto al forraje remanente, no existieron diferencias significativas en cantidad de materia seca entre los distintos tratamientos, lo que se explica fundamentalmente porque todas las mezclas se manejaron con alta dotación y con el mismo criterio de altura remanente para el cambio de franja.

Las diferencias estadísticas en cantidad de materia seca disponible a favor del TR+RG surgieron a causa de un mayor crecimiento de esta mezcla durante el período invernal. Este incremental de crecimiento fue explicado tanto por el número de especies invernales que componen las mezclas como por su distinto comportamiento morfo-fisiológico, siendo *Trifolium pratense* y *Lolium perenne* dos componentes de ciclo invernal con muy buen vigor inicial. Las buenas recuperaciones post-pastoreo fueron consecuencia de un correcto manejo del pastoreo basado en lograr adecuadas superficies foliares remanentes, las que promovieron un rápido rebrote de buena magnitud.

No se encontraron diferencias significativas en los kg de materia seca disponible de gramíneas ni de malezas entre los distintos tratamientos, hecho que no ocurrió en el componente leguminosas, fracción donde F+TB+LC y

TR+RG alcanzaron los mayores niveles. Estas diferencias se explican por la variación del número de leguminosas que componen las mezclas en combinación con la estacionalidad de las especies, ya que el período del experimento comprendió invierno y principios de primavera. Por otra parte, en todos los tratamientos, el remanente del componente gramíneas es mayor al de leguminosas, explicado básicamente por la selectividad de los animales a favor de las leguminosas frente a las gramíneas, dado su mejor valor nutritivo. También se pudo constatar cierto consumo de las malezas por parte de los animales, demostrando que a pesar de ejercer un efecto negativo sobre las pasturas, son parte de la dieta animal.

En promedio, la participación de gramíneas se ubicó en el orden de 40-60%, mientras que las leguminosas lo hicieron entre 20-40% y las malezas entorno al 20%. La variable suelo descubierto se posicionó en valores dentro del rango de 20-30%, siendo superior estadísticamente en el tratamiento A+D como consecuencia del hábito de crecimiento más erecto que poseen los componentes de esta mezcla. Estos valores son esperables para praderas recién establecidas y con estas características.

La producción de forraje total promedio mostró diferencias significativas a favor del tratamiento TR+RG, acompañando a otras variables como el forraje disponible y la tasa de crecimiento al inicio del experimento. A pesar de que TR+RG fue la mezcla que registró la mayor producción de forraje, también fue el tratamiento sobre el cual se obtuvo la menor productividad de carne, relacionado a menores ganancias en el período primaveral, explicado fundamentalmente por una pérdida de calidad prematura de las especies componentes. El hecho de que las ofertas de forraje se hayan ubicado en el rango de lo recomendado – entorno al 6% del peso vivo – fue un factor de relevancia en el alto desempeño animal logrado en este experimento.

En el seguimiento de las mezclas posterior al período experimental se registraron elevados porcentajes de malezas – superiores al 60% - y peso total de las mismas en todos los tratamientos, sorteado el verano. Esto hecho fue consecuencia principalmente a que la mayoría de las especies sembradas en este experimento son de ciclo invernal, sembradas en fechas tardías.

La siembra de praderas perennes supone un costo importante para los sistemas de producción ganadera. No obstante, si se logra una buena pastura y se realiza un correcto aprovechamiento que permita una adecuada persistencia, seguramente se consigan buenos beneficios. En gran medida, la clave del éxito radica en reducir los costos de producción mediante el logro de una pradera que dure varios años y que mantenga una alta producción de forraje de calidad

durante la mayor parte del año, y de esta manera poder alcanzar el objetivo primario que es maximizar la producción de carne.

5 CONCLUSIONES

En primer lugar, se cumplió la hipótesis de que existen diferencias en alguna de las variables analizadas entre los tratamientos. En este experimento se registraron bajas implantaciones, cercanas al 15%, como consecuencia de la fecha de siembra tardía, las condiciones agroclimáticas post-siembra y el campo bruto como antecesor a la pastura. En relación al forraje disponible, el tratamiento TR+RG superó en 55 kg/ha de MS a F+TB+LC y en 129 kg/ha de MS a A+D. Las diferencias a favor de la mezcla compuesta por *Trifolium pratense* y *Lolium perenne* se explican porque ambas especies son de ciclo invernal, con alto vigor inicial. El forraje remanente se ubicó en el entorno a 800 kg/ha de MS debido a que el criterio para el cambio de franja fue la misma altura en todos los tratamientos.

La fracción gramínea tomó valores promedio entre 40 y 60%, al tiempo que las leguminosas se ubicaron entre 20 y 40%, y las malezas cerca del 20%. El suelo descubierto alcanzó niveles de entre 20 y 30% del área. Los valores registrados son esperables para praderas de primer año. Una vez superado el verano, se obtuvieron valores de enmalezamiento mayores al 60%, consecuencia directa de que la mayoría de las especies sembradas en el experimento son de ciclo invernal, al tiempo que la fecha de siembra fue tardía. Además, la pradera de corta duración – TR+RG - fue la que vio mayormente comprometida su persistencia, mientras que dentro de las praderas de larga duración – F+TB+LC y A+D - el componente más perjudicado por las condiciones estivales fue la fracción gramíneas.

El forraje disponible y la tasa de crecimiento al inicio del experimento acompañaron a los valores registrados de producción total de forraje promedio, donde TR+RG superó a F+TB+LC en 131 kg/ha de MS y A+D en 209 kg/ha de MS. En este experimento, la mezcla destacada fue F+TB+LC, ya que estadísticamente fue la mejor productora tanto de forraje como de carne. Numéricamente, TR+RG registró mejores valores en variables forrajeras, pero su producción de carne no alcanzó a F+TB+LC porque la OF fue la mayor, lo que determinó pérdida de calidad más acentuada en primavera.

La investigación en pasturas sembradas abarca un amplio rango de factores y variables que aún no han sido explorados, y que serán objetivo de análisis de tesis futuras. La evaluación de nuevas técnicas, orientadas tanto a mejorar el desempeño de las pasturas como la performance ganadera sobre éstas, son un interesante objeto de estudio, en un rubro clave para nuestro país.

6 RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la implantación, la producción de forraje y la composición botánica de tres mezclas de pasturas en su primer año de vida, durante el período invierno-primaveral. Los tratamientos corresponden a tres mezclas forrajeras compuestas la primera por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, la segunda por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* y la tercera por *Trifolium pratense* y *Lolium perenne*, las cuales fueron sometidas a pastoreo con 7 novillos por parcela. El experimento fue realizado en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía en el departamento de Paysandú (Latitud 32° 22'38,63" S y Longitud 58° 03'23,83" O). El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, comprendiendo tres bloques con tres tratamientos cada uno. La unidad experimental es la parcela, correspondiendo cada una a un tratamiento diferente dentro de cada bloque. Las mezclas fueron pastoreadas con tres grupos de 7 novillos de la raza Holando, asignados al azar en los tratamientos. El método de pastoreo fue rotativo y el criterio utilizado para el cambio de franja fue una intensidad de entre 5 y 7cm. Los porcentajes de implantación de las distintas mezclas se situaron en el rango de 14 a 17%. Se encontraron diferencias significativas a favor del tratamiento TR+RG con respecto a las variables forraje disponible, tanto en cantidad (kg/ha de MS) como en altura (cm), y producción total de forraje, aunque fueron F+TB+LC y A+D los tratamientos que lograron mejor desempeño animal, obteniendo mayores ganancias diarias promedio y mayor producción de kg/ha de peso vivo. Al avanzar el experimento, la fracción gramíneas tomó valores promedio dentro del rango de 40-60% al tiempo que las leguminosas se posicionaron entre 20-40% y las malezas en torno al 20%. La variable suelo descubierto alcanzó niveles de entre 20 y 30%.

Palabras clave: Mezclas forrajeras; Implantación; Producción de forraje; Composición botánica.

7 SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the implantation, forage production and botanical composition of three pastures mixture in its first year of life, during winter-spring term. The treatments correspond to three forage mixtures; the first one is made up of *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*, the second is made up of *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa* and the third is made up of *Trifolium pratense* and *Lolium perenne*, which were subjected to grazing with 7 steers per plot. The experiment was conducted in the Research Station Dr. Mario A. Cassinoni of the Facultad de Agronomía (Agronomy University) in Paysandú (Latitude 32° 22'38,63" S and Longitude 58° 03'23,83" W). The experimental design was a randomized complete block, which comprised three blocks with three treatments each. The experimental unit is the plot, each one corresponds to a treatment within each block. The mixtures were grazed with three groups of 7 Holstein steers, randomly assigned in the treatments. The grazing method was rotational and the criterion used to change the strip was a grazing height between 5 and 7 cm. The implantation percentage of the different mixtures were situated in a ratio of 14 to 17%. Significant differences were found in favour of the TR+RG treatment with respect to the forage variables available, in quantity (kg DM/ha) as well as in height (cm), and total production of forage, however, the F+TB+LC and A+D treatments were the ones that achieved the best animal performance, obtaining higher daily gains and higher production of kg/ha of liveweight. As the experiment drew on, the grasses fraction took an average value of 40 to 60% while the legumes were rated between 20 to 40% and the weeds around 20%. The clear ground variable reached levels between 20 and 30%. In general terms, adequate average daily gains were achieved by the animals as well as a high production of live weight per hectare, which were rated around 400 kg, working with forage assignments close to the 6% of the liveweight.

Key words: Forage mixture; Implantation; Forage production;
Botanical composition.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. AGTR (Australian Government Office of the Gene Technology Regulator. Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, AU) 2008. The biology of *Lolium multiflorum* Lam. (Italian ryegrass), *Lolium perenne* L. (perennial ryegrass) and *Lolium arundinaceum* (Shreb.) Darbysh (tall fescue). Victoria. 81 p.
2. 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. Facultad de Agronomía. 100 p.
3. ALBANO, J. S.; PLATERO, T.; SARACHU, N. 2013. Evaluación inverno-primaveral de mezclas forrajeras en el primer año de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.
4. ALMADA, F.; PALACIOS, M.; VILLALBA, S.; ZIPÍTRIA, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
5. ALTAMIRANO, A.; DA SILVA, H.; DURÁN, A.; ECHEVERRÍA, A.; PANARIO, D.; PUENTES, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
6. ARENARES, G.; QUINTANA, C.; RIBERO, J. 2011. Efecto de tipo de mezcla forrajera sobre la productividad del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 89 p.
7. AYALA, W.; BERMÚDEZ, R.; BARRIOS, E. 2007. Utilización de "brassicas" (nabos forrajeros) en la alimentación de terneros de destete anticipado. In: Unidad Experimental Palo a Pique. Cultivos forrajeros de verano. Montevideo, INIA. pp. 41-45 (Actividades de Difusión no. 499).
8. _____.; BEMHAJA, M.; COTRO, B.; DOCANTO, J.; GARCÍA, J.; OLMOS, F.; REAL, D.; REBUFFO, M.; REYNO, R.; ROSSI, C.; SILVA, J. 2010. Forrajeras; catálogo de cultivares 2010. Montevideo, Uruguay, INIA. 131 p. (Otros Documentos no. 38).

9. BARTHAM, G. T.; BOLTON, G. R.; ELSTON, D. A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. *Agronomie*. 19 (6): 445-456.
10. BERRETTA, E. J. 2003. Perfiles por país del recurso pastura/forraje; Uruguay. (en línea). Roma. 31 p. (Producto informativo FAO). Consultado dic. 2014. Disponible en http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/counprof/PDF%20files/Uruguay_Spanish.pdf
11. 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. Facultad de Agronomía. 84 p.
12. BRITO DEL PINO, G.; COLELLA, A.; CROSTA, D.; MORALES, C. J. 2008. Relevamiento de implantación de pasturas con gramíneas perennes en Basamento Cristalino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 125 p.
13. BROCK, J. L.; HAY, R. J. M. 1993. An ecological approach to forage management. *In*: International Grassland Congress (17th. 1993, Palmerston North, NZ). Proceedings. Wellington, NZ, SIR. pp. 837-842.
14. BRUNO, O. A. 2006. Factores a tener en cuenta para lograr una buena implantación de pasturas. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p. Consultado feb. 2015. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/47-factores_implantacion_pasturas.pdf
15. CANGIANO, C. 1996. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. *In*: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
16. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 464 p.
17. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).

18. _____.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E.; BERMUDEZ, R. 1994. Siembra de mejoramientos en cobertura. Montevideo, Uruguay, INIA. 19 p. (Serie Técnica no. 46).
19. _____. 2007a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
20. _____. 2007b. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 357 p.
21. _____. 2010a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
22. _____. 2010b. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
23. _____. 2010c. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
24. CASCO, N.; GUTIÉRREZ, F.; ROSSI, C. 2012. Inclusión de endófitos benéficos en nuevos cultivares de festuca INIA Fortuna e INIA Aurora. In: Día de Campo de Pasturas; Gira Pasturas 2012, Zona Litoral Sur (2012, La Estanzuela, UY). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 19-22 (Actividades de Difusión no. 696).
25. CAYLEY, J. W. D.; BIRD, P. R. 1991. Techniques for measuring pastures. Victorian Department of Agriculture. Technical Report Series no. 191. 41 p.
26. CHILIBROSTE, P.; SOCA, P; BRUNI, M. de los A.; FABRE, E.; MATIAUDA, D. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años; aportes desde la EEMAC. Cangüé. no. 30: 36-44.
27. 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.
28. DE SOUZA, P.; PRESNO, J. 2013. Productividad invierno-primaveral de praderas mezclas con *Festuca Arundinacea* y *Dactylis Glomerata* en su tercer año pastoreadas con novillos holandos con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 109 p.

29. 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.
30. DURÁN, A. 1985. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 398 p.
31. 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.
32. FARIÑA, M. F.; SARAVIA, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
33. FERNÁNDEZ, E. 1999. Impacto económico de prácticas de manejo en invernada intensiva. Revista Plan Agropecuario. no. 85: 6-9.
34. FOGILINO, F.; FERNÁNDEZ, F. 2009 Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, trébol blanco, lotus corniculatus y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 68 p.
35. 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).
36. _____. 2000a. Alfalfa en mezclas forrajeras. In: Rebuffo, M.; Risso, D.F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
37. _____. 2000b. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
38. _____. 2006. Instalación de pasturas, conceptos clave. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 6 p. Consultado ene. 2015. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/62-instalacion_de_pasturas.pdf

39. _____. 2010. *Festuca Arundinácea*, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, Uruguay, INIA. 183 p. (Serie Técnica no. 182).
40. _____. 2011. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad del forraje. Efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (*Cynodon dactylon*, (L) PERS.). Montevideo, INIA. 302 p. (Serie Técnica no. 188).
41. FULKERSON, W. J. 1994. Effect of redefoliation on the regrowth and water soluble carbohydrate content of *Lolium perenne*. Australian Journal of Agricultural Research. 45: 1809-1815.
42. _____.; 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.
43. GARCÍA, J. 1995a. *Dactylis glomerata* L. INIA LE OBERON. Montevideo, Uruguay, INIA. 10 p. (Boletín de Divulgación no. 49).
44. _____. 1995b. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, Uruguay, INIA. 9 p. (Serie Técnica no. 66).
45. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, Uruguay, INIA. 26 p. (Serie Técnica no. 133).
46. GARDUÑO, S.; PÉREZ, J.; HERNÁNDEZ, A.; HERRERA, J. G.; MARTÍNEZ, P. A.; JOAQUÍN, B. M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. Técnica Pecuaria en México. 47 (2): 189-202.
47. GASTAL, F.; LEMAIRE, G.; LESTIENNE, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilisation. In: Symposium in Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology (2°, 2004, Curitiba, BR). Proceedings. Curitiba, Universidad de Curitiba. 1 disco compacto.
48. GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. 1999. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. Annals of Botany. 83: 423- 429.

49. GOMES DE FREITAS, S.; KLASSEN, A. 2011. Efecto de la fecha de siembra y tipo de barbecho en la implantación y producción inicial de mezclas con *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 91 p.
50. GRANT, S. A.; BARTHAM, G. I.; TORVELL, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. *Grass and Forage Science*. 36: 155-168.
51. HALL, M.; VOUGH, L. 2007. Forage establishment and renovation. *In*: Barnes, R.; Neslon, C.; Moor, K.; Collins, M. eds. *Forages; the science of grassland agriculture*. Ames, Iowa, Blackwell. v.2, pp. 343-354.
52. 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.
53. _____. 1978. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. *In*: Wilson, J. R. ed. *Plant relations in pastures*. Melbourne, CSIRO. pp. 67-85.
54. HEITSCHMIDT, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management*. 40: 216-223.
55. 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.
56. _____. 1990. *Grazing management; science into practice*. New York, Longman. 203 p.
57. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE). 2004. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado nov. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm
58. _____. 2005. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado nov. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm

59. _____. 2006. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado nov. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm
60. _____. 2007. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado nov. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm
61. _____. 2008. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado nov. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm
62. _____. 2009. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado nov. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm
63. _____. 2010. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. 94 p. Consultado nov. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm
64. _____. 2011. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. 101 p. Consultado nov. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm
65. _____. 2012. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. 107 p. Consultado nov. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm
66. _____. 2013. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. 113 p. Consultado nov. 2014. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm
67. IZAGUIRRE, P. 1995. Especies indígenas y subespontaneas del género *Trifolium* (Leguminosae) en el Uruguay. Montevideo, INIA. 22 p. (Serie Técnica no. 58).
68. JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*. 34 (4): 261-271.

69. LABANDERA, C. 2005. Actividades en fijación biológica de nitrógeno. Departamento de Microbiología de Suelos. Situación actual y perspectivas. *Agrociencia* (Montevideo). 9 (1): 299-303.
70. LANGER, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
71. LARRAÍN, J. N. 2009. Efecto de *Neotyphodium lolii* cepas AR37 y AR1, sobre el desarrollo y sobrevivencia de larvas de cuncunilla negra de las praderas (*Dalaca pallens* Bl). (en línea). Tesis Ing. Agr. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. 42 p. Consultado dic. 2014. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fal333e/doc/fal333e.pdf>
72. LEBORGNE, R. 1995. Antecedentes técnicos y metodologías para presupuestación en establecimientos lecheros. 2ª ed. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 53 p.
73. LEÓN, R. J. C.; OESTERHELD, M. 1982. Envejecimiento de pasturas implantadas en el norte de la Depresión del Salado; un enfoque sucesional. *Revista de la Facultad de Agronomía* (Buenos Aires). 3 (1): 41-49.
74. LUCAS, H. L. 1963. Determination of forage yield and quality from animal responses. *Miscelánea USDA*. no. 940: 43-54.
75. LÓPEZ, G.; PASTORINI, J. M.; VÁZQUEZ, F. J. 2012. Efecto de la fecha de siembra y mezcla forrajera sobre la producción invierno-primaveral para praderas de primer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 90 p.
76. MCKEE, W. H.; BROWN, R. H.; BLASER, R. E. 1967. Effect of clipping and nitrogen fertilization on yield and stands of tall fescue. *Crop Science*. 7 (6): 567-570.
77. MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTEL, F. 1994. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass Forage Science*. 49 (2): 111-120.
78. MILLOT, J. C.; METHOL, R.; RISSO, D. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.

79. MOLINELLI, P. L.; ODELLA, F. A.; VERRASTRO, M. 2014. Efecto de la mezcla forrajera y fecha de siembra en la producción de forraje, composición botánica y respuesta animal durante su segundo verano y tercer otoño de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 105 p.
80. MOLITERNO, E. 2000. Caracterización de la producción inicial de diversas mezclas forrajeras. *Agrociencia* (Montevideo). 4 (1): 31-49.
81. _____. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento de mezclas forrajeras en su primer año. *Agrociencia* (Montevideo). 6 (1): 40-52.
82. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. *In*: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford). Proceedings. Oxford, Alden Press. pp. 606-611.
83. MUSLERA, E.; RATERA, C. 1991. Praderas y forrajes; producción y aprovechamiento. Madrid, Mundi-Prensa. 674 p.
84. OLMOS, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco. Montevideo, Uruguay, INIA. 245 p. (Serie Técnica no. 145).
85. 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 ene. 2015. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/115-Alfalfa.pdf
86. 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.
87. _____.; 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.

88. REBUFFO, M.; GARCÍA, J. 1991. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Montevideo, Uruguay, INIA. 166 p. (Serie Técnica no. 15).
89. _____. 2000. Distribución estacional de forraje. Adopción de variedades en Uruguay. Variedades de alfalfa. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 5-13 (Boletín de Divulgación no. 69).
90. ROMERO, T. O.; BONERT, A. R. 1979. Especies y mezclas forrajeras para la IX Región. Temuco, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Carillanca. 22 p. (Boletín divulgativo no. 58).
91. 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.
92. SANTIÑAQUE, F.; CARÁMBULA, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. *Investigaciones Agronómicas*. no. 2: 16-21.
93. SCHENEITER, O.; 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.
94. _____. 2000. Mezclas de especies forrajeras templadas. *Forrajes y granos*. *Agribusiness Journal*. 5 (53): 185-192.
95. _____. 2005. Mezclas de especies forrajeras templadas. In: *Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina)*. Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. s.p.
96. SILBERMANN, A. s.f. Las praderas perennes y sus etapas críticas. (en línea). Montevideo, PROCAMPO URUGUAY. s.p. Consultado ene. 2015. Disponible en <http://www.procampouruguay.com/wp-content/uploads/2013/09/GRAMINEAS-PERENNES.pdf>
97. TOTHILL, J.; HARGREAVES, J.; JONES, R. 1978. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. CSIRO. *Tropical Agronomy*. Technical Memorandum no. 8. 20 p.

98. TRUJILLO, A. I.; URIARTE, G. s.f. Valor nutritivo de las pasturas. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. 19 p. Consultado feb. 2015. Disponible en [http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTO S%20RUMIANTES/Trujillo_Uriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS .pdf](http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTO%20RUMIANTES/Trujillo_Uriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS.pdf)
99. WILSON, D. B.; ROBSON, M. J. 1970. Regrowth of S24 Ryegrass and its relation to yield measurement of grazed swards. *Journal of the British Grassland Society*. 25: 220-227.
100. ZANONIANI, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. *Cangüé*. no. 15: 13-17.
101. _____.; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género *Lotus* en el Uruguay. *Cangüé* no. 25: 5-11.
102. _____.; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M; SILVEIRA, D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. *In: Reunión do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos (21ª., 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.*
103. _____. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. *Agrociencia (Montevideo)*. 14 (3): 26-30.
104. _____. 2014. Productividad de pasturas sembradas con novillos Holando. *In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (42º., 2014, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, CMVP. s.p.*

9 ANEXOS**Anexo No. 1. Cantidad de MS y altura del forraje disponible y remanente****Cantidad de forraje disponible (kg/ha de MS)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISP Kg./HA	9	0,98	0,96	3,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	788231,11	4	197057,78	54,35	0,0010
Bloque	763224,22	2	381612,11	105,26	0,0003
Tratamiento	25006,89	2	12503,44	3,45	0,1347
Error	14501,78	4	3625,44		
Total	802732,89	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=104,80716

Error: 3625,4444 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
TR+RG	2001,33	3	34,76	A
F+TB+LC	1946,33	3	34,76	A B
A+D	1872,67	3	34,76	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)**Cantidad de forraje remanente (kg/ha de MS)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM Kg./HA	9	0,94	0,87	4,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	82298,44	4	20574,61	14,73	0,0116
Bloque	78308,22	2	39154,11	28,04	0,0044
Tratamiento	3990,22	2	1995,11	1,43	0,3403
Error	5585,78	4	1396,44		
Total	87884,22	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=65,04623

Error: 1396,4444 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F+TB+LC	842,67	3	21,58	A

TR+RG	812,67	3	21,58	A
A+D	791,33	3	21,58	A

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

Altura promedio del disponible (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT DISP	9	0,98	0,96	4,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	84,44	4	21,11	47,50	0,0013
Bloque	67,56	2	33,78	76,00	0,0007
Tratamiento	16,89	2	8,44	19,00	0,0091
Error	1,78	4	0,44		
Total	86,22	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,16043

Error: 0,4444 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
TR+RG	18,33	3	0,38	A
F+TB+LC	16,33	3	0,38	B
A+D	15,00	3	0,38	C

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

Altura promedio del remanente (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT REM	9	0,96	0,92	5,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,33	4	3,83	23,00	0,0051
Bloque	12,67	2	6,33	38,00	0,0025
Tratamiento	2,67	2	1,33	8,00	0,0400
Error	0,67	4	0,17		
Total	16,00	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,71062

Error: 0,1667 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
TR+RG	7,67	3	0,24	A

F+TB+LC	7,00	3	0,24	A	B
A+D	6,33	3	0,24		B

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

Anexo No. 2. Tasa de crecimiento y crecimiento

Tasa de crecimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T CREC	9	0,96	0,93	3,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	83,11	4	20,78	26,71	0,0038
Bloque	81,56	2	40,78	52,43	0,0014
Tratamiento	1,56	2	0,78	1,00	0,4444
Error	3,11	4	0,78		
Total	86,22	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,53510

Error: 0,7778 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
TR+RG	24,00	3	0,51	A
F+TB+LC	23,67	3	0,51	A
A+D	23,00	3	0,51	A

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

Crecimiento ajustado

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CREC AJUS	9	0,97	0,93	3,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2175717,78	4	543929,44	28,98	0,0033
Bloque	2079162,89	2	1039581,44	55,38	0,0012
Tratamiento	96554,89	2	48277,44	2,57	0,1914
Error	75081,78	4	18770,44		
Total	2250799,56	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=238,47760

Error: 18770,4444 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

TR+RG	4092,00	3	79,10	A
F+TB+LC	3961,00	3	79,10	A B
A+D	3838,33	3	79,10	B

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

Anexo No. 3. Composición botánica y suelo descubierto del disponible y remanente

% gramíneas disponible

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISPO GRAM %	9	0,90	0,79	3,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	107,11	4	26,78	8,61	0,0302
Bloque	30,89	2	15,44	4,96	0,0825
Tratamiento	76,22	2	38,11	12,25	0,0197
Error	12,44	4	3,11		
Total	119,56	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,07021

Error: 3,1111 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
A+D	54,67	3	1,02
TR+RG	50,00	3	1,02
F+TB+LC	47,67	3	1,02

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

% leguminosas remanente

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISP LEG%	9	0,80	0,61	11,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	251,11	4	62,78	4,11	0,0999
Bloque	137,56	2	68,78	4,50	0,0946
Tratamiento	113,56	2	56,78	3,72	0,1224
Error	61,11	4	15,28		
Total	312,22	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,80363

Error: 15,2778 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F+TB+LC	38,00	3	2,26	A
TR+RG	33,00	3	2,26	A B
A+D	29,33	3	2,26	B

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

% malezas disponible

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISP MALEZA%	9	0,90	0,80	15,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	249,78	4	62,44	8,99	0,0280
Bloque	238,89	2	119,44	17,20	0,0109
Tratamiento	10,89	2	5,44	0,78	0,5161
Error	27,78	4	6,94		
Total	277,56	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,58700

Error: 6,9444 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
TR+RG	18,00	3	1,52	A
A+D	17,00	3	1,52	A
F+TB+LC	15,33	3	1,52	A

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

Gramíneas disponible (kg/ha de MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISP GRAM(Kg/Hà)	9	0,95	0,90	4,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	146416,00	4	36604,00	18,35	0,0077
Bloque	140504,00	2	70252,00	35,22	0,0029
Tratamiento	5912,00	2	2956,00	1,48	0,3299
Error	7978,00	4	1994,50		
Total	154394,00	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=77,73692

Error: 1994,5000 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
A+D	992,67	3	25,78	A
TR+RG	978,67	3	25,78	A
F+TB+LC	932,67	3	25,78	A

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

Leguminosas disponible (kg/ha de MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIS LEG(Kg/Hà)	9	0,87	0,74	13,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	198313,78	4	49578,44	6,76	0,0456
Bloque	162641,56	2	81320,78	11,08	0,0234
Tratamiento	35672,22	2	17836,11	2,43	0,2038
Error	29357,78	4	7339,44		
Total	227671,56	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=149,12206

Error: 7339,4444 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F+TB+LC	714,00	3	49,46	A
TR+RG	662,33	3	49,46	A B
A+D	562,33	3	49,46	B

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

Malezas disponible (kg/ha de MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIS MALEZ (Kg/Ha)	9	0,86	0,72	21,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	118561,33	4	29640,33	6,15	0,0532
Bloque	112788,67	2	56394,33	11,71	0,0213
Tratamiento	5772,67	2	2886,33	0,60	0,5921
Error	19270,67	4	4817,67		
Total	137832,00	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=120,81718

Error: 4817,6667 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

TR+RG	360,00	3	40,07	A
A+D	317,33	3	40,07	A
F+TB+LC	299,67	3	40,07	A

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

% suelo descubierto disponible

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SUELO DESNUDO (%)	9	0,78	0,55	12,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	113,33	4	28,33	3,47	0,1278
Bloque	44,67	2	22,33	2,73	0,1784
Tratamiento	68,67	2	34,33	4,20	0,1039
Error	32,67	4	8,17		
Total	146,00	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,97431

Error: 8,1667 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
A+D	26,33	3	1,65	A
TR+RG	22,00	3	1,65	A B
F+TB+LC	19,67	3	1,65	B

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

% gramíneas remanente

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM GRAM(%)	9	0,54	0,09	8,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	79,11	4	19,78	1,19	0,4349
Bloque	9,56	2	4,78	0,29	0,7643
Tratamiento	69,56	2	34,78	2,09	0,2387
Error	66,44	4	16,61		
Total	145,56	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=7,09430

Error: 16,6111 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F+TB+LC	53,67	3	2,35	A

TR+RG	48,33	3	2,35	A
A+D	47,33	3	2,35	A

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

% leguminosas remanente

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM LEG(%)	9	0,30	0,00	16,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	40,67	4	10,17	0,44	0,7796
Bloque	16,67	2	8,33	0,36	0,7199
Tratamiento	24,00	2	12,00	0,51	0,6327
Error	93,33	4	23,33		
Total	134,00	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,40812

Error: 23,3333 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F+TB+LC	31,33	3	2,79	A
A+D	29,33	3	2,79	A
TR+RG	27,33	3	2,79	A

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

% malezas remanente

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM MALEZ (%)	9	0,73	0,45	20,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	201,78	4	50,44	2,64	0,1850
Bloque	44,22	2	22,11	1,16	0,4013
Tratamiento	157,56	2	78,78	4,12	0,1067
Error	76,44	4	19,11		
Total	278,22	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=7,60945

Error: 19,1111 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
TR+RG	25,00	3	2,52	A
A+D	24,00	3	2,52	A

F+TB+LC 15,67 3 2,52 B

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

Gramíneas remanente (kg/ha de MS)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
REM GRAM(kg/ha)	9	0,86	0,72	8,90

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.	31566,44	4	7891,61	6,10	0,0540
Bloque	18971,56	2	9485,78	7,33	0,0460
Tratamiento	12594,89	2	6297,44	4,86	0,0849
Error	5177,78	4	1294,44		
Total	36744,22	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=62,62562

Error: 1294,4444 gl: 4

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
F+TB+LC	456,67	3	20,77	A
TR+RG	385,67	3	20,77	B
A+D	371,00	3	20,77	B

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

Leguminosas remanente (kg/ha de MS)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
REM LEG(kg/ha)	9	0,62	0,24	15,89

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.	9225,33	4	2306,33	1,63	0,3237
Bloque	7992,67	2	3996,33	2,82	0,1718
Tratamiento	1232,67	2	616,33	0,44	0,6743
Error	5658,67	4	1414,67		
Total	14884,00	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=65,46925

Error: 1414,6667 gl: 4

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
F+TB+LC	252,67	3	21,72	A
A+D	232,33	3	21,72	A
TR+RG	225,00	3	21,72	A

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

Malezas remanente (kg/ha de MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM MALEZ (Kg/Ha)	9	0,73	0,45	21,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14726,44	4	3681,61	2,66	0,1831
Bloque	6936,22	2	3468,11	2,51	0,1970
Tratamiento	7790,22	2	3895,11	2,81	0,1725
Error	5535,11	4	1383,78		
Total	20261,56	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=64,75055

Error: 1383,7778 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
TR+RG	201,33	3	21,48	A
A+D	188,00	3	21,48	A B
F+TB+LC	133,33	3	21,48	B

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

% suelo descubierto remanente

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SUELO DESNUDO (%) ¹	9	0,84	0,68	9,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	139,33	4	34,83	5,22	0,0691
Bloque	24,67	2	12,33	1,85	0,2699
Tratamiento	114,67	2	57,33	8,60	0,0356
Error	26,67	4	6,67		
Total	166,00	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,49433

Error: 6,6667 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
A+D	33,00	3	1,49	A
TR+RG	27,67	3	1,49	B
F+TB+LC	24,33	3	1,49	B

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

Anexo No. 4. Componentes estructurales de la pastura

No. de gramíneas/m²

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
No. de gramíneas/m ²	9	0,79	0,59	67,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1859,47	4	464,87	3,86	0,1097
Bloque	606,06	2	303,03	2,52	0,1962
Tratamiento	1253,41	2	626,71	5,20	0,0771
Error	481,95	4	120,49		
Total	2341,42	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=19,10653

Error: 120,4878 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
A+D	27,78	3	6,34	A
F+TB+LC	20,82	3	6,34	A
TR+RG	0,00	3	6,34	B

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

No. de leguminosas/m²

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
No. de leguminosas/m ²	9	0,69	0,38	86,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	34277,60	4	8569,40	2,21	0,2312
Bloque	13151,35	2	6575,67	1,69	0,2934
Tratamiento	21126,25	2	10563,13	2,72	0,1796
Error	15539,58	4	3884,90		
Total	49817,18	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=108,49256

Error: 3884,8951 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F+TB+LC	115,28	3	35,99	A
A+D	95,83	3	35,99	A B
TR+RG	4,17	3	35,99	B

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

Parte aérea gramíneas (g/m²)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PA gramíneas (g/m ²)	9	0,38	0,00	139,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1745,27	4	436,32	0,61	0,6773
Bloque	92,42	2	46,21	0,06	0,9383
Tratamiento	1652,85	2	826,43	1,16	0,4010
Error	2854,24	4	713,56		
Total	4599,51	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=46,49705

Error: 713,5596 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F+TB+LC	29,64	3	15,42	A
A+D	27,76	3	15,42	A
TR+RG	0,00	3	15,42	A

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

Parte raíz gramíneas (g/m²)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PR gramíneas (g/m ²)	9	0,52	0,03	118,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3010,85	4	752,71	1,07	0,4743
Bloque	152,54	2	76,27	0,11	0,8997
Tratamiento	2858,31	2	1429,16	2,03	0,2458
Error	2810,96	4	702,74		
Total	5821,81	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=46,14318

Error: 702,7397 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
A+D	43,61	3	15,31	A
F+TB+LC	23,47	3	15,31	A
TR+RG	0,00	3	15,31	A

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

Rel. PA/PR gramíneas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rel. PA/PR gramíneas	9	0,69	0,39	83,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,03	4	0,76	2,27	0,2239
Bloque	0,47	2	0,23	0,70	0,5483
Tratamiento	2,56	2	1,28	3,83	0,1177
Error	1,34	4	0,33		
Total	4,37	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,00664

Error: 0,3344 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F+TB+LC	1,30	3	0,33	A
A+D	0,77	3	0,33	A B
TR+RG	0,00	3	0,33	B

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

Parte aérea leguminosas (g/m²)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PA leguminosas (g/m ²)	9	0,63	0,27	98,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15319,56	4	3829,89	1,73	0,3044
Bloque	2573,21	2	1286,60	0,58	0,6005
Tratamiento	12746,35	2	6373,18	2,88	0,1682
Error	8860,02	4	2215,00		
Total	24179,57	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=81,92144

Error: 2215,0040 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
A+D	93,19	3	27,17	A
F+TB+LC	49,23	3	27,17	A B
TR+RG	1,04	3	27,17	B

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

Parte raíz leguminosas (g/m²)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PR leguminosas (g/m ²)	9	0,79	0,57	73,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5758,60	4	1439,65	3,70	0,1164
Bloque	411,53	2	205,77	0,53	0,6253
Tratamiento	5347,07	2	2673,54	6,88	0,0508
Error	1555,48	4	388,87		
Total	7314,08	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=34,32512

Error: 388,8693 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
A+D	59,30	3	11,39	A
F+TB+LC	20,14	3	11,39	B
TR+RG	0,69	3	11,39	B

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

Rel. PA/PR leguminosas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rel. PA/PR leguminosas	9	0,63	0,27	50,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,51	4	1,13	1,72	0,3053
Bloque	0,78	2	0,39	0,60	0,5931
Tratamiento	3,73	2	1,86	2,85	0,1699
Error	2,61	4	0,65		
Total	7,12	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,40695

Error: 0,6533 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F+TB+LC	2,43	3	0,47	A
A+D	1,50	3	0,47	A B
TR+RG	0,87	3	0,47	B

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

Peso Malezas/Peso Total (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso Malezas/Peso Total (%..	9	0,78	0,57	20,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3396,73	4	849,18	3,62	0,1203
Bloque	680,69	2	340,34	1,45	0,3360
Tratamiento	2716,05	2	1358,02	5,79	0,0660
Error	938,63	4	234,66		
Total	4335,36	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=26,66409

Error: 234,6567 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
TR+RG	99,60	3	8,84	A
F+TB+LC	62,93	3	8,84	B
A+D	62,57	3	8,84	B

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