

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DE IMPLANTACIÓN DE DOS TIPOS DE  
PASTURAS PERMANENTES

por

Gianfranco OBERTI MASSA  
Christian Ruben RIPOLL GONZÁLEZ

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2018

Tesis aprobada por:

Directores: -----

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

-----

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

-----

Ing. Agr. MSc. David Silveira

Fecha: 24 de agosto de 2018.

Autores: -----

Gianfranco Oberti Massa

-----

Christian Ruben Ripoll González

## AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias, amigos por el apoyo brindado a lo largo de la carrera.

En especial a nuestro director Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani por su dedicación, disposición y apoyo brindado para la realización de este trabajo.

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

Y a todas las personas que de una u otra manera colaboraron para la realización del trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1 <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2 <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1 MEZCLA FORRAJERA.....	3
2.2 CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES Y CULTIVARES.....	4
2.2.1 <u>Festuca arundinacea</u> .....	4
2.2.2 <u>Lolium perenne</u> .....	5
2.2.3 <u>Medicago sativa</u> .....	6
2.2.4 <u>Trifolium pratense</u> .....	7
2.3 CONCEPTOS GENERALES DE IMPLANTACIÓN.....	8
2.3.1 <u>Etapas en la implantación de una pastura</u> .....	9
2.3.1.1 Germinación.....	9
2.3.1.2 Emergencia.....	9
2.3.1.3 Establecimiento.....	9
2.4 DATOS DE IMPLANTACIÓN EN NUESTRO PAÍS.....	10
2.5 FACTORES QUE DETERMINAN EL COMPORTAMIENTO INICIAL DE LAS PLÁNTULAS.....	10
2.5.1 <u>Calidad de semilla</u> .....	10
2.5.1.1 Peso de mil semillas.....	10
2.5.2 <u>Fertilización</u> .....	11
2.5.2.1 Fósforo.....	12

2.5.2.2	Nitrógeno .....	13
2.5.2.3	Potasio.....	14
2.5.3	<u>Inoculantes</u> .....	15
2.5.4	<u>pH del suelo</u> .....	16
2.5.5	<u>Métodos de siembra</u> .....	17
2.5.6	<u>Tipo de maquinaria</u> .....	18
2.5.7	<u>Compactación</u> .....	18
2.5.8	<u>Profundidad de siembra</u> .....	19
2.5.9	<u>Densidad de siembra</u> .....	22
2.5.10	<u>Época de siembra</u> .....	23
2.5.10.1	Siembras tempranas vs. tardías.....	24
2.5.11	<u>Efecto del manejo del pastoreo</u> .....	25
2.5.11.1	Momento de pastoreo .....	25
2.5.11.2	Método de pastoreo .....	26
2.5.11.3	Carga y categorías animales a utilizar .....	26
2.5.12	<u>Enmalezamiento</u> .....	27
2.5.13	<u>Enfermedades</u> .....	28
2.5.14	<u>Plagas</u> .....	29
2.5.15	<u>Relación parte aérea y raíz</u> .....	30
3	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	31
3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EXPERIMENTO.....	31
3.1.1	<u>Lugar, período y descripción del experimento</u> .....	31
3.1.2	<u>Diseño experimental</u> .....	33
3.2	VARIABLES EVALUADAS.....	35

3.2.1	<u>Implantación</u> .....	35
3.2.2	<u>Número de hojas verdaderas completamente desarrolladas</u> .....	36
3.2.3	<u>Relación parte aérea/raíz de la pastura</u> .....	36
3.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	37
3.4	HIPÓTESIS.....	37
3.4.1	<u>Hipótesis biológica</u> .....	37
3.4.2	<u>Hipótesis estadística</u> .....	38
3.4.3	<u>Modelo estadístico</u> .....	38
4	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	39
4.1	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÍODO DE EVALUACIÓN.....	39
4.1.1	<u>Precipitaciones</u> .....	39
4.1.2	<u>Temperatura</u> .....	41
4.2	VARIABLES EVALUADAS.....	43
4.2.1	<u>Gramíneas</u> .....	43
4.2.1.1	Porcentaje de implantación .....	43
4.2.1.2	Número de hojas verdaderas completamente desarrolladas .....	49
4.2.1.3	Relación parte aérea/raíz.....	50
4.2.2	<u>Leguminosas</u> .....	52
4.2.2.1	Porcentaje de implantación .....	52
4.2.2.2	Número de hojas verdaderas completamente desarrolladas .....	56
4.2.2.3	Relación parte aérea/raíz.....	57
4.2.3	<u>Mezcla</u> .....	59

4.2.3.1	Porcentaje de implantación .....	59
4.2.3.2	Relación parte aérea/raíz.....	61
4.3	CONSIDERACIONES FINALES .....	63
5	<u>CONCLUSIONES</u> .....	65
6	<u>RESUMEN</u> .....	66
7	<u>SUMMARY</u> .....	67
8	<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	68
9	<u>ANEXOS</u> .....	74

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Rango crítico Bray No. 1 (ppm en muestras de 0-15 cm de profundidad). .....	13
2. Efecto del contacto semilla-suelo sobre los días (d) a germinación y porcentaje de plántulas en <i>Lotus sp.</i> .....	20
3. Incidencia de la profundidad de siembra y la cobertura del suelo sobre el porcentaje de implantación. ....	21
4. Efectos del tamaño de la semilla y profundidad de siembra sobre el porcentaje de implantación, en lotus y festuca. ....	21
5. Densidades de siembra. ....	32
6. Peso de mil semillas y porcentaje de germinación a los 4 y 7 días según especie. ....	43
7. Número de semillas viables por metro cuadrado según especie. ....	44
8. Número de macollos, por metro cuadrado y por planta según especie. ....	45
9. Número de macollos/m <sup>2</sup> y número de macollos/planta de gramíneas perennes, por fecha. ....	46
10. Número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de implantación según especie. ....	47
11. Número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de implantación de gramíneas perennes, por fecha. ....	47
12. Número de hojas completamente desarrolladas según especie. ....	49
13. Número de hojas completamente desarrolladas de gramíneas según fecha. ....	49
14. Peso de parte aérea, raíz y relación parte aérea/raíz según especie. ....	51



15. Peso de mil semillas y porcentaje de germinación a los 4 y 7 días según especie. ....	52
16. Número de semillas viables por metro cuadrado según especie. ....	53
17. Número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de implantación según especie. ....	53
18. Número de hojas completamente desarrolladas según especie. ....	56
19. Número de hojas completamente desarrolladas de leguminosas, por fecha. ....	57
20. Peso de parte aérea, raíz y relación parte aérea/raíz según especie.....	57
21. Número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de implantación según mezcla. ....	59
22. Número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de implantación de las mezclas, por fecha. ....	61
23. Peso de parte aérea, raíz y relación parte aérea/raíz según mezcla. ....	62
24. Parte aérea a los 96 dps. por especie y mezcla, y contribución por biomasa de cada familia por mezcla.....	63

#### Figura No.

1. Efecto sobre la implantación de alfalfa por el neumático de la sembradora y del tractor, sobre suelo húmedo.....	19
2. Croquis potrero 32b.....	34
3. Croquis potrero 35.....	35

#### Gráfico No.

1. Precipitaciones mensuales de la serie histórica y del período experimental para la EEMAC del año 2017. ....	39
2. Temperaturas medias, máximas medias y mínimas medias.....	41
3. Peso de parte aérea y raíz a los 96 dps. según especie.....	50

4. Número de semillas viables y plantas por metro cuadrado a los 96  
dps. según especie. ....60

## 1 INTRODUCCIÓN

La producción de forraje en el Uruguay se basa principalmente en el campo natural, aunque debido a ciertas debilidades o limitantes, también se busca complementar con otras alternativas forrajeras como lo son: el campo natural fertilizado, el campo natural mejorado, verdeos y pasturas cultivadas. La realización de mejoramientos forrajeros permite enfrentar las deficiencias estacionales de materia seca fundamentalmente en los periodos más críticos, donde la pastura natural resulta insuficiente. Otro de los objetivos es también elevar la producción total de materia seca (Carámbula, 1991).

Tanto los verdeos como las pasturas cultivadas son mejoramientos que implican la destrucción del tapiz original, requiriendo un mayor nivel de inversión por unidad de superficie. Mientras que los mejoramientos de campo natural requieren una menor inversión y no implican la sustitución del tapiz original.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la dinámica de implantación de dos mezclas forrajeras; las mismas están compuestas por:

- *Medicago sativa*; *Festuca arundinacea*
- *Trifolium pratense*; *Lolium perenne*

Siendo ambas mezclas forrajeras pasturas cultivadas, la importancia del presente estudio radica en que la implantación de estas es una de las principales debilidades de este tipo de mejoramientos forrajeros.

La realización de una pastura cultivada implica: la destrucción del tapiz original, preparación de la cama de siembra, agregados de nutrientes y la implantación de pasturas mixtas. Con el objetivo de disponer de mayor biomasa, de mejor calidad y al mismo tiempo elevar la fertilidad del suelo. Estos mejoramientos tienen un costo elevado con respecto a los mejoramientos de campo natural y deben de ser utilizados con la máxima eficiencia. Entre las debilidades que presenta se destacan: problemas de implantación, falta de equilibrio gramínea-leguminosa, enmalezamiento prematuro, evolución a una estacionalidad marcada, falta de persistencia y estabilidad, y problemas en siembras asociadas (Carámbula, 1991).

Una menor implantación afectaría en forma directa la productividad de la pastura y por ende su persistencia, generando un aumento más prematuro del enmalezamiento e impidiendo lograr los objetivos planteados. Al mismo tiempo, la implantación esperada afecta la densidad de siembra utilizada en cada una de las especies, por lo cual, mejorar el porcentaje de implantación de

estas mezclas produciría una reducción de los costos de instalación por menor uso de semilla.

Por tanto, estudiar la dinámica de implantación de estas mezclas forrajeras y sus diferencias es de importancia a nivel productivo buscando: mejorar a nivel de una de las principales debilidades de las pasturas cultivadas y reducir los costos de instalación de estos mejoramientos.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 MEZCLA FORRAJERA

Una mezcla forrajera es una población artificial constituida por varias especies de gramíneas y leguminosas, con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas. Como resultado de esta asociación, se produce un proceso complejo de interferencias que puede conducir a los siguientes resultados: mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio y, por último, falta total de interferencia. Para que una mezcla sea eficiente se debería tener en cuenta que se registre la menor interferencia posible entre las especies que la forman.

Las mezclas forrajeras permiten:

- Compensar variaciones de suelo, clima y manejo.
- Proporcionar forraje de manera más uniforme a lo largo del año.
- Obtener mejor nivel de materia orgánica digestible (MOD) por períodos más prolongados.
- Aportar una dieta más equilibrada para el animal según se ajuste la proporción de gramíneas y leguminosas.
- Mejorar el consumo por parte de los animales.
- Evitar la aparición de problemas nutricionales y fisiológicos (Carámbula, 2010a).

Una mezcla bien balanceada de gramíneas y leguminosas debería estar compuesta por 60-70% gramíneas, 20-30% de leguminosas y 10% de malezas. Uno de los objetivos más importantes al utilizar pasturas mixtas, es el obtener el máximo rendimiento de materia seca por unidad de superficie manteniendo las bondades de ambas familias. Ambas se complementan de manera más productiva y rentable en este tipo de mezclas (Carámbula, 2010a).

El aporte principal de las gramíneas es como columna vertebral de la pastura por: su productividad sostenida, adaptación, persistencia, explotación del nitrógeno simbiótico, baja sensibilidad al pastoreo y corte, baja susceptibilidad a enfermedades y plagas, baja vulnerabilidad a la invasión de malezas y su capacidad para brindar estabilidad a la pastura (en especial si son perennes, Carámbula, 2010a).

En cuanto a las leguminosas, por su parte, aportan nitrógeno a las gramíneas a través de la fijación biológica, complementan la dieta del animal y

promueven el aumento de la fertilidad en suelos naturalmente pobres así como cansados y degradados (Carámbula, 2010a).

Existen tres tipos de mezclas: ultrasimples (una gramínea y una leguminosa), simples (una gramínea y dos leguminosas o viceversa), y complejas (formadas por varias gramíneas y leguminosas, Carámbula, 2010a).

En este caso se realizan dos mezclas ultrasimples, una de ciclo invernal y la otra de ciclo complementario (*Trifolium pratense-Lolium perenne, Medicago sativa-Festuca arundinacea*). La primera está acorde a uno de los principales objetivos de realizar una mezcla ultrasimple, el de prolongar la vida de pasturas de ciclo corto en las cuales se utiliza el trébol rojo junto con una gramínea acompañante de ciclo invernal. Mientras que el objetivo de la segunda mezcla podría estar relacionado con entregar más forraje con digestibilidad similar, aumentando de esta manera la producción invernal de la pastura con la inclusión de la festuca (Carámbula, 2010a).

## 2.2 CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES Y CULTIVARES

### 2.2.1 Festuca arundinacea

Se trata de una gramínea de metabolismo fotosintético  $C_3$ , perenne invernal y presenta un hábito de crecimiento cespitoso a rizomatoso (con rizomas muy cortos). Se adapta a un amplio rango de suelos aunque prospera mejor en suelos medios a pesados, creciendo bien en lugares húmedos y presentando buena resistencia a la sequía. Presenta buena precocidad otoñal, rápido rebrote de fin de invierno y una floración temprana (setiembre-octubre). Admite pastoreos relativamente intensos y frecuentes (Carámbula, 2010a).

Dentro de los cultivares comerciales existen dos grandes grupos: los continentales, que son capaces de crecer en cualquier época del año y los mediterráneos, que se caracterizan por tener un buen potencial de crecimiento invernal. Los continentales son los más usados a nivel mundial por no presentar latencia estival, lo que le permite el crecimiento en verano y por tanto ejercer una buena competencia con las malezas en esta época del año, siempre que la implantación haya sido correcta. Los de tipo mediterráneo son utilizados en climas de menores precipitaciones y veranos secos, puesto que poseen latencia estival pueden sobrevivir mejor estas condiciones (Ayala et al., 2010).

Las debilidades que presenta esta especie son: lento establecimiento siendo muy vulnerable a la competencia en el estado de plántula, palatabilidad variable según cultivar y manejo, ausencia de resiembra natural, susceptibilidad variable a roya y la posibilidad de causar problemas de festucosis en los

animales debido a la presencia de altas cantidades del hongo endófito *Acremonium coenophalium* (Carámbula, 2010a).

La principal debilidad de esta especie es que presenta una lenta implantación debido al muy bajo vigor inicial de sus plántulas. Se ha sugerido que el establecimiento pobre de la festuca se debería a la baja movilización de las reservas de las semillas y en consecuencia el crecimiento lento de la raíz. Por lo tanto, es importante manejarla con mucho criterio en el estado de plántula para no perderla por competencia, ya sea de malezas como de especies forrajeras de buen vigor inicial (Carámbula, 2010a).

La festuca es una planta esencialmente de pastoreo que debe ser utilizada de tal manera que no crezca mucho ni que se endurezca, ya que si pierde terneza pierde digestibilidad y apetecibilidad, y por lo tanto el animal la rechaza. En este sentido la festuca exige un manejo estricto de lo contrario se transforma en un forraje tosco y despreciable (Carámbula, 2010a).

Las densidades de siembra recomendadas para esta especie son 10-15 kg/ha pura y 9-12 kg/ha en mezcla (Carámbula, 2010a).

Entre algunas de las características de importancia de los cultivares se destacan las fechas de floración, clasificadas en tres tipos: muy tempranas, con floración de fines de agosto, se encuentran cultivares como ser Quantum e INIA Aurora; las tempranas, que florecen a mediados de setiembre, como INIA Estanzuela e INIA Tacuabé; y las tardías con floraciones de fines de setiembre como ser Advance e INIA Fortuna (Ayala et al., 2010).

Para el caso del cultivar Ceres Typhoon se caracteriza por ser una variedad de tipo continental (o templada), con rizomas cortos, seleccionada por calidad de hoja y mayor relación lámina-vaina. Su floración es tardía, se da a fines de setiembre (AGTR, citado por Maciel y Tucci, 2015).

### 2.2.2 *Lolium perenne*

Se trata de una gramínea perenne invernal cespitosa particularmente adaptada a climas frescos nubosos y sombríos, siendo máxima su producción forrajera en suelos fértiles y bien drenados. Es de fácil establecimiento, más macolladora y más precoz que las otras gramíneas invernales perennes. Admite pastoreos frecuentes e intensos, no es afectada por el pisoteo y es la gramínea perenne más engordadora (Carámbula, 2010a).

También presenta sus debilidades, ya que no tolera las sequías y tampoco compite bien con malezas. En el verano crece poco si las condiciones ambientales son cálidas y secas, y en pasturas de vida larga muchas veces

necesita ser resembrado. Su periodo de floración es prolongado por lo que afecta por un tiempo relativamente largo la calidad del forraje. Dada la no tolerancia a la sequía es fundamental dotar al raigrás perenne de sistemas radiculares vigorosos y activos. Prestando máxima atención al periodo de fines de invierno y principios de primavera el cual es el máximo periodo de crecimiento radicular, siempre y cuando no ocurran excesos hídricos (Carámbula, 2010a).

Su densidad de siembra puro debería ser de 20-24 kg/ha y en mezcla 20 kg/ha (Carámbula, 2010a).

Tiene requerimientos de frío e ingresa al verano con una buena población de macollos en estado vegetativo. Se los distingue de los anteriores raigrases por presentar láminas más finas, macollos achatados y semillas sin arista (Ayala et al., 2010).

En lo que respecta al cultivar Horizon, tiene su origen en Nueva Zelanda y fue seleccionado por su crecimiento inicial, productividad y persistencia. Es de ciclo largo y florece a fines de octubre y primeros días de noviembre. Debido a su gran crecimiento inicial permite desarrollar plantas grandes y productivas entregando forraje en forma temprana. Presenta una floración tardía manteniendo buena calidad a lo largo del año (PROCAMPO, 2017).

### 2.2.3 Medicago sativa

Es una leguminosa perenne estival que requiere suelos fértiles, profundos y bien drenados, además de un alto requerimiento de pH en el suelo. Presenta un buen vigor inicial y establecimiento, gran potencial de producción primavera-estivo-otoñal y alta capacidad fijadora de nitrógeno. Admite pastoreos intensos pero poco frecuentes. Presenta un muy alto valor nutritivo bajo pastoreo y también es muy apropiada para la henificación (Carámbula, 2010a).

Entre las debilidades de esta especie se destaca que provoca un grado elevado de meteorismo en etapas previas a la floración, además es susceptible a varias plagas y enfermedades y, no se resiembra naturalmente (Carámbula, 2010a).

La densidad de siembra a utilizar es en puro de 15-20 kg/ha y en mezcla de 6-9 kg/ha (Carámbula, 2010a).

Los cultivares de esta especie se clasifican de acuerdo a su reposo invernal, la cual es una característica genética que les permite mantenerse



latente durante el periodo de heladas y bajas temperaturas, esto ocurre luego de una previa acumulación de carbohidratos de reserva en raíz y corona, lo cual facilita el posterior rebrote en la primavera. Esta especie puede presentar diferentes grados de latencia, donde los cultivares de diferentes grupos inician y finalizan el reposo con distintos umbrales de temperatura y longitud del día en el periodo otoño/invierno, determinando la distribución estacional del forraje y el potencial de crecimiento con bajas temperaturas (Ayala et al., 2010).

El cultivar Estanzuela Chaná, presenta plantas de porte erecto y tallos largos, y fecha de floración intermedia. Sus mayores rendimientos se logran en suelos bien drenados de textura media a liviana, fértiles y con alta disponibilidad de fosforo. Es especialmente recomendada para la producción de heno y no se adapta a suelos ácidos. En relación a los cultivares más importantes, Estanzuela Crioula y Estanzuela Chaná se destacan por su buena performance frente a enfermedades foliares (García et al., 1991).

Sin embargo, algunos cultivares soportan el pastoreo mejor que otros. Al respecto, Chiara (1972) demostró que los cultivares Fortín Pergamino y Crioula soportaban mejor el pastoreo que los cultivares Estanzuela Chaná y Du Puits. No obstante, estas últimas alfalfas rebrotan más temprano en primavera.

#### 2.2.4 Trifolium pratense

Leguminosa bianual invernala erecta que requiere suelos promedialmente fértiles de texturas medias y pesadas, con buena profundidad pero bien drenados. Muy buen vigor inicial y muy rápido establecimiento. Admite pastoreos intensos pero pocos frecuentes, defoliaciones severas y frecuentes reducen su productividad (Carámbula, 2010a).

Las debilidades más importantes de esta especie son: su susceptibilidad a enfermedades de raíz y corona, al pisoteo excesivo por corona superficial, el alto riesgo de meteorismo y la inefectiva resiembra natural (Carámbula, 2010a).

La densidad de siembra puro es 10-12 kg/ha y en mezcla 4-8 kg/ha (Carámbula, 2010a).

El trébol rojo se clasifica según su grado de latencia invernala en: con latencia, latencia intermedia y sin latencia. Dentro de estos tres el más difundido en el Uruguay es el sin latencia (Carámbula, 2010a).

El cultivar Estanzuela 116 es un material introducido de Nueva Zelanda que ha sido seleccionado en Uruguay. Es diploide, con porte erecto a semierecto, sin latencia invernala y con una floración temprana. Esta se

caracteriza por ser abundante y lograr altos rendimientos de semilla, pero está limitado por la baja polinización de las abejas, impidiendo alcanzar su máximo potencial. Es una variedad muy precoz, con buena producción anual e invernada. Se destaca por su alto potencial de producción en pasturas de ciclo corto. Su rápido rebrote de tallos, junto con el ciclo corto contribuye a aumentar el rendimiento (Ayala et al., 2010).

Esta variedad también puede verse afectada a partir del segundo año por podredumbres radiculares, temperaturas elevadas y déficits hídricos, todo esto conlleva a la disminución del número de plantas. Este cultivar es ideal para la renovación de las praderas, por tener alto establecimiento de plántulas debido al vigor de su semilla. Permite ser pastoreado directamente, respetando el manejo del pastoreo antes mencionado y también destinarlo para generar reservas de heno, debido a que posee una alta tasa de crecimiento primaveral (Ayala et al., 2010).

### 2.3 CONCEPTOS GENERALES DE IMPLANTACIÓN

Existen tres etapas en la implantación: germinación, emergencia e instalación de las plántulas. El principal objetivo de la implantación es lograr un determinado número de plantas que sobrevivan a las condiciones ambientales que se dan en el proceso de establecimiento y que posteriormente estas sobrevivan su primer verano para asegurar la persistencia productiva de la pastura (Carter 1987, Campbell et al. 1987).

Las etapas de germinación, emergencia y establecimiento de una plántula constituyen muy probablemente los procesos más difíciles en la vida de una forrajera. Este aspecto se refleja muy claramente en que en estas primeras etapas de desarrollo se registra una gran mortandad de plántulas pudiendo alcanzar, bajo malas condiciones, más del 90% de la población sembrada (Silvertown y Dickie, 1981).

Los cuatro insumos más importantes que intervienen en la implantación de una pastura son: los laboreos, las semillas, los inoculantes y los fertilizantes (Carámbula, 2010b).

La implantación de una pastura se logra cuando sus plantas alcanzan las tres hojas completamente desarrolladas. Las especies de crecimiento lento (perennes) se implantan alrededor de los noventa días desde la emergencia, aunque el logro de las tres hojas completamente desarrolladas es dependiente de: la temperatura, luminosidad, condiciones hídricas y nutrientes que influyen

sobre la tasa de crecimiento de las pasturas.<sup>1</sup>También influye en la culminación del periodo de implantación la altura del forraje y la resistencia al arrancado (Carámbula, 2010b).

### 2.3.1 Etapas en la implantación de una pastura

#### 2.3.1.1 Germinación

Comprende en las gramíneas el crecimiento del germen, la ruptura de la semilla y, la aparición de la radícula y el coleóptile; y en las leguminosas simplemente la aparición de la radícula. Este primer proceso depende de factores externos como: temperatura, luz, humedad y oxígeno y de otros factores intrínsecos de la semilla como permeabilidad y madurez fisiológica (Carámbula, 2010b).

#### 2.3.1.2 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 fotosintetiza, y el crecimiento de la plántula depende solamente de las reservas de la semilla. La superficie cotiledonarea, la velocidad de expansión de las primeras hojas, el nivel de reservas seminales y la velocidad de utilización de estas afectan la emergencia de la plántula. Además otro factor de importancia es la profundidad de siembra (Carámbula, 2010b).

#### 2.3.1.3 Establecimiento

Se refiere al número de plántulas saludables que se establece en la pastura y se expresa como porcentaje del número de semillas viables sembradas. Está limitado a las primeras etapas de vida, período denominado “de desarrollo”, en el cual se hayan implantadas la mayoría de las plántulas (Carámbula, 2010b).

El porcentaje de establecimiento de cada especie es afectado tanto por la especie y cultivar que se considere como por la disponibilidad de nutrientes y la profundidad de siembra (Cullen, 1966).

Luego de sobrepasar la etapa de germinación y emergencia, entre las condiciones ambientales que afectan muy particularmente el comportamiento inicial de las plántulas se debe citar: la luz, el agua, el suelo, los nutrientes, las enfermedades, plagas y malezas (Carámbula, 2010b).

---

<sup>1</sup> Zanoniani, R. 2016. Com. personal.

## 2.4 DATOS DE IMPLANTACIÓN EN NUESTRO PAÍS

Brito del Pino et al. (2008) en un relevamiento de 58 chacras obtuvieron un promedio de implantación a los 90 días de 29,3%, variando según la mezcla entre valores de 24,01 a 36,21 %, sin existir diferencias entre los 45 y 90 días, sin diferencias significativas entre gramíneas y leguminosas.

Por otra parte, Gomes de Freitas y Klaassen (2011), tuvieron un resultado de implantación a los 90 días de 38%, que según estos autores es superior a la obtenida en predios comerciales (28%).

## 2.5 FACTORES QUE DETERMINAN EL COMPORTAMIENTO INICIAL DE LAS PLÁNTULAS

### 2.5.1 Calidad de semilla

Una buena calidad de semilla asegura una mejor implantación de la pastura, mayor resistencia a enfermedades y a la variabilidad climática logrando una mayor producción de forraje (Carámbula, 2001).

Los factores genéticos relacionados con la calidad de la semilla son el peso de mil semillas y el vigor inicial. En una misma familia (gramíneas versus leguminosas) a mayor tamaño de la semilla mayor vigor inicial, salvo algunas excepciones, donde también influyen otros factores. Por otro lado, también es importante la calidad analítica de la semilla en cuanto a porcentaje de malezas, impurezas y germinación del lote (Carámbula, 2010b).

Formoso (2007a) hace hincapié de como los productores no toman en cuenta la importancia de la elección de semilla de buena calidad y de sus efectos en el establecimiento y productividad de la pastura. Entre las posibles consecuencias de no realizar una buena elección de la semilla se destaca: una baja producción, baja persistencia, susceptibilidad a enfermedades, menor precocidad, riesgo de alta contaminación con malezas, baja germinación, bajo peso de mil semillas y baja pureza.

#### 2.5.1.1 Peso de mil semillas

La principal razón morfológica que determina el tamaño de la semilla es: el volumen que ocupa el endosperma en las gramíneas y los cotiledones en las leguminosas. Cuanto más desarrollados son los mismos mayor será la capacidad potencial del lote para alcanzar el establecimiento exitoso de sus plántulas (Carámbula, 2010b).

En las leguminosas el peso de mil semillas está ligado fuertemente con el desarrollo de la radícula y por lo tanto con el anclaje temprano de sus plántulas. En las gramíneas hay una muy estrecha relación entre el peso de mil semillas y la extensión del coleóptile, lo que asegura la emergencia rápida de dichas forrajeras y les confiere tanto mayores posibilidades para enfrentar con éxito las siembras realizadas a excesiva profundidad como emerger con menores problemas en aquellos suelos que se encostran fácilmente (Carámbula, 2010a). Según Scott y Hampton (1985), en raigrás anual se observa un incremento en el largo del coleóptile al aumentar el peso de mil semillas dado un mayor nivel de reservas en el endosperma.

Según datos de Lorenzetti (1993) el peso de mil semillas de *Trifolium pratense* es de 1,6 gramos y para *Medicago sativa* es de 2 gramos. Formoso (2007a) reporta que el peso de mil semillas de *Festuca arundinacea* es de 2,2 gramos. Por otra parte García, citado por Perrachón (2013) indica que el peso de mil semillas de *Lolium perenne* es de 2,2 gramos.

Estos atributos de semillas más pesadas dentro de los lotes de cada especie o cultivar otorgan a las plantas mejores probabilidades para enfrentar condiciones ambientales desfavorables como: déficit hídrico posterior a la germinación, heladas subsiguientes a la emergencia y competencia creciente con malezas y/o vegetación residente durante la implantación (Carámbula, 2010a).

Formoso (2007a), en lotus y festuca obtuvo incrementos en el porcentaje de implantación al aumentar el tamaño de la semilla de 94 y 125%, respectivamente.

### 2.5.2 Fertilización

El nivel de fertilidad a ser utilizado debe ajustarse teniendo en cuenta a qué especie y categoría animal será destinada la pastura, la cantidad y calidad de forraje requerido por ella y las necesidades del suelo en fertilidad, lo cual permitirá lograr de la pastura las metas propuestas en producción animal (Carámbula, 2010a).

Un buen manejo de la fertilización permite alcanzar las siguientes ventajas: promover el vigor y la persistencia de las pasturas, aumentar la productividad actual, incrementar el valor nutritivo del forraje, aumentar la palatabilidad y el consumo, y lograr la producción secundaria de manera más económica (Carámbula, 2010a).

Los macronutrientes más importantes a la hora de ajustar la fertilización de las pasturas son: fósforo, nitrógeno y potasio.

### 2.5.2.1 Fósforo

El fósforo (P) es el nutriente más importante debido a que todos los suelos del país presentan niveles naturales muy bajos de P disponible, lo cual limita el crecimiento de pasturas, especialmente de leguminosas. A razón de esto, la fertilización fosfatada es un costo importante en el establecimiento y mantenimiento de pasturas sembradas (Bordoli, 1998).

Esta puede representar el 30% del costo de establecimiento de pasturas convencionales y entre el 50% al 65% del costo total durante la vida productiva de la pastura (Bordoli, 1998).

La base de este esquema es un análisis de suelo que estime adecuadamente la disponibilidad de P. El método Bray N°1 es el más ampliamente usado en nuestro país. Aunque este no es un buen indicador en algunos suelos, presentando problemas de interpretación de los valores resultantes del análisis en suelos arenosos y en suelos con alta actividad de carbonatos de calcio como los suelos poco profundos sobre Fray Bentos, además no se adapta a suelos sobre basalto. Por lo tanto, habría que seleccionar otro método que posea mejor poder predictivo (Bordoli, 1998).

Las especies difieren en su capacidad de absorber P del suelo, así como en su eficiencia de utilización dentro de la planta para producir materia seca. Estas diferencias determinan requerimientos de niveles de P en el suelo muy distintos para lograr las máximas producciones de una especie dada a otra (Bordoli, 1998).

Las gramíneas, por su sistema radicular más desarrollado y ramificado, poseen mayor capacidad de explorar el suelo y absorber P que las leguminosas, las cuales poseen un sistema radicular pivotante y menos ramificado (Bordoli, 1998).

La instalación de una pastura de leguminosas perennes es la etapa más crítica en la obtención de una pastura productiva. Los requerimientos de P disponible en el suelo son máximos en esta etapa debido a que las especies perennes son de establecimiento lento, presentan un escaso volumen radicular y son sembradas en una época (otoño) en la cual las temperaturas bajan rápidamente. Estas bajas temperaturas reducen la disponibilidad de P del suelo debido a que: enlentecen el pasaje de P lábil a P en solución y la difusión del P, reducen la tasa de absorción de las plantas, y disminuyen la tasa de mineralización de P orgánico que podría contribuir a mantener el nivel de P en la solución (Bordoli, 1998).

En la instalación de las especies coinciden bajas temperaturas, escaso volumen radicular y exploración del suelo, y altos requerimientos internos de P. Por esto los requerimientos en la instalación son mayores que para mantenimiento de una pastura establecida (Bordoli, 1998).

A partir de ensayos de campo de leguminosas puras y mezclas gramíneas-leguminosas realizados entre 1976-1989, en su mayoría en el sur y litoral del país en suelos de textura medias y pesadas, se establece un rango crítico tentativo para la instalación de diferentes leguminosas.

Cuadro 1. Rango crítico Bray No. 1 (ppm en muestras de 0-15 cm de profundidad).

Especie	Implantación	Mantenimiento
alfalfa	20-25	18
trébol blanco	15-16	14
trébol rojo	12-14	12
<i>Lotus corniculatus</i>	10-12	10
gramíneas perennes	8-10	8

Fuente: modificado de Bordoli (1998).

Como se puede observar en el cuadro 1 los requerimientos para el mantenimiento de las diferentes especies son algo menores que para implantación, ubicándose los rangos críticos de P Bray No. 1 a obtener en el suelo en el orden de 2-3 ppm menos que para implantación. Los requerimientos (y por ende las dosis a aplicar dado un análisis de suelo) son mayores en la instalación de la pastura, que para el mantenimiento. Las refertilizaciones en cobertura deben hacerse en otoño, incluso en alfalfa. Esto permite que las plantas posean mayor disponibilidad de P en los momentos de mayores requerimientos y bajas temperaturas (reducción de la disponibilidad, Bordoli, 1998).

#### 2.5.2.2 Nitrógeno

Las cantidades de nitrógeno disponibles condicionan el éxito de las gramíneas, la presencia de este elemento en los suelos depende de: los cultivos presentes y, las prácticas culturales y de conservación a las que ha sido sometida la chacra. Muchas veces las pasturas son sembradas en suelos pobres y degradados, utilizando como única fuente de fertilizante un fosfatado (Carámbula, 2010a).

En estas condiciones el primer crecimiento de las gramíneas es muy lento debido a la disponibilidad limitada de nitrógeno. En el invierno las bajas temperaturas disminuyen aún más la mineralización de la materia orgánica y la

fijación de nitrógeno, por lo que los efectos de la falta de nitrógeno son aún mayores. Finalmente, en primavera la gran demanda que se produce por nitrógeno en esta época por parte de las gramíneas no es satisfecha y en consecuencia mueren muchas plantas, aumentando el desequilibrio a favor de las leguminosas apoyadas por las dosis de fosforo aplicadas a la siembra. Viéndose así disminuido notablemente el futuro potencial de rendimiento de la pastura (Carámbula, 2010a).

Si bien el nitrógeno se encuentra en niveles deficitarios en todos los suelos, en el caso de las pasturas mixtas este elemento es aportado posteriormente por las leguminosas mediante la fijación biológica del nitrógeno. De toda manera en algunos casos se recomienda el uso de dosis bajas de este nutriente para favorecer la instalación de las gramíneas y lograr así un buen equilibrio gramínea-leguminosa. Este nutriente en dosis bajas favorece el crecimiento de las gramíneas sin afectar el de las leguminosas, sin embargo en dosis altas el estímulo para las primeras es mayor pero resulta perjudicial para el proceso de simbiosis de segundas (Carámbula, 2010a).

Para el caso de las leguminosas la presencia de nitrógeno en el suelo puede ejercer tanto efectos positivos como negativos sobre su crecimiento y a través del proceso de simbiosis. Con dosis bajas se produce un crecimiento inicial más rápido de las plántulas, lo cual también favorece la concreción de un proceso rápido y eficiente de nodulación. Mientras que una disponibilidad alta de nitrógeno impide la formación de nódulos. El rango entre la dosis máxima y mínima recomendada para lograr los efectos positivos esperados y evitar los efectos negativos sería entre 20 y 30 kgN/ha. En suelos de fertilidad elevada la aplicación de nitrógeno sería innecesaria y de baja respuesta (Carámbula, 2010a).

Además la fertilización nitrogenada de pasturas mezclas de gramíneas y leguminosas, puede ser una herramienta estratégica para aumentar la oferta de forraje en invierno (Rebuffo, 1994).

### 2.5.2.3 Potasio

Si bien los suelos del país presentan buena disponibilidad de potasio para la producción de pasturas y cultivos extensivos, hay situaciones donde debe, al menos, vigilarse la evolución de la disponibilidad de este nutriente en el suelo. Según Hernández et al. (1988) los niveles de potasio intercambiable varían entre 0,11 y 1,50 meq/100g de suelo, dependiendo del material madre, el tipo de arcilla y la textura del suelo. Los menores valores se encuentran entre los suelos de textura más liviana (Acrisoles y Argisoles) y los mayores valores en los suelos de textura media a pesada y arcilla tipo mica. Para el caso de



suelos texturas livianas el nivel crítico es de 0,15 meq/100 g suelo mientras que en suelos de texturas medias a pesadas: 0,25 meq/100 g suelo.

La situación más clara donde es conveniente vigilar la evolución de potasio intercambiable en el suelo es cuando se establecen rotaciones de alta productividad y alta extracción de este nutriente. Esto ocurre en producción lechera donde buena parte de la estructura productiva se basa en rotaciones de 3-4 años de alfalfa para heno (Bordoli, 1998).

### 2.5.3 Inoculantes

Los inoculantes son preparados industriales fabricados sobre sustancias soporte a partir de cultivos puros de *Rhizobium* que contienen un elevado número de bacterias seleccionadas por su especificidad para nodular con una leguminosa determinada y fijar nitrógeno de forma altamente eficiente (Muslera y Ratera, 1984).

El proceso de simbiosis implica mutuo beneficio tanto para los rizobios como para las leguminosas, recibiendo estas últimas el nitrógeno fijado del aire necesario para su crecimiento a cambio de hidratos de carbono, este proceso se conoce como fijación biológica del nitrógeno. Dada la importancia de la nutrición nitrogenada para la leguminosa el inoculante se vuelve un insumo imprescindible para la implantación de las pasturas (Carámbula, 2010b).

Generalmente los rizobios proliferan en abundantes poblaciones en la rizósfera de la leguminosa huésped y su penetración en las raíces comienza a los tres a siete días luego de la germinación de la semilla. Los nódulos comienzan a ser apenas visibles cuando se ha desarrollado la primera o segunda hoja trifoliada. Lo que sugeriría una dosis basal de nitrógeno que no afectaría la nodulación y mejoraría el comportamiento de las plántulas cuando está aún no es efectiva (Carámbula, 2010b).

Por otro lado cuando en las leguminosas el proceso de simbiosis no es efectivo por falta del rizobio específico, estas se ven imposibilitadas de utilizar el nitrógeno del aire y deben obtenerlo solamente del suelo, como lo hacen las gramíneas. Si bien bajo estas condiciones las leguminosas podrían ser capaces de sobrevivir, si no son inoculadas su producción será muy pobre y no cumplirán su verdadero rol en las pasturas (Carámbula, 2010b).

Al inocular la semilla y realizar la siembra se introduce el *Rhizobium* en un ambiente desfavorable para éste, compitiendo con una compleja comunidad de microorganismos donde existen rizobios salvajes y naturalizados que ya se encuentran adaptados a dicho ambiente. Cualquier demora en la germinación torna esta situación más crítica, pudiendo ser total la muerte de la población

introducida, imposibilitando la colonización de la rizósfera con los rizobios deseados cuando la radícula emerge. Este suceso se denomina falla de inoculación y es la causa de muchos fracasos en la implantación de pasturas (Hely et al., 1957).

La semilla debe ser tratada con el inoculante portador de los rizobios específico, los cuales adheridos a su tegumento mediante el proceso llamado de inoculación aseguran que al germinar la semilla disponga de inmediato del socio más adecuado. Para el caso de las especies del género *Trifolium* es *Rhizobium leguminosarum* *bv. trifolii*, mientras que para las especies del género *Medicago* es *Rhizobium meliloti* (Carámbula, 2010b).

#### 2.5.4 pH del suelo

Un pH adecuado constituye una precondition esencial para lograr pasturas de elevada producción y calidad, además es importante para definir la elección de las especies fundamentalmente del componente leguminosa, la elección de los fertilizantes, y en caso necesario estrategias de encalado. La acidez del suelo es uno de los parámetros que mejor valora la capacidad del suelo como medio para el crecimiento de las plantas forrajeras (Carámbula, 2010b).

El efecto del pH del suelo en la producción de forraje es a través de su efecto en la disponibilidad de nutrientes. A medida que aumenta la acidez de los suelos disminuye la disponibilidad de varios nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas y por otro lado aumenta la de otros que son tóxicos para las mismas (manganeso y aluminio, Carámbula, 2010b). Por debajo de pH cercanos a 5,5 la toxicidad por aluminio y manganeso puede reducir severamente el crecimiento de la alfalfa (Brown y Graham, 1978).

El establecimiento inicial de las plántulas de las leguminosas en suelos ácidos puede presentar serios problemas si solamente se realiza la inoculación de las semillas. La plántula puede presentar fallas en su crecimiento debido a la falta de un proceso de nodulación rápido y efectivo. La acidez del suelo no solo es muy nociva para la fijación de nitrógeno por parte de los rizobios sino que también puede variar las relaciones simbióticas entre leguminosas y rizobios. En suelos muy ácidos la nodulación puede producirse por rizobios inefectivos y/o con menor eficiencia de fijación de nitrógeno en las cepas introducidas (Carámbula, 2010b).

Los rizobios poseen requerimientos de acidez en el suelo bastante similares a los exigidos por sus leguminosas huéspedes, pero su máxima

expresión fijadora de nitrógeno se produce en un rango mucho menor (*R. meliloti* 6,5-7; *R. trifolii* 6-6,5, Scott, 1981).

Aun cuando leguminosas forrajeras crecen y se desarrollan mejor en suelos mediana a ligeramente ácidos con pH entre 5,6 y 6,5, es posible obtener buenos rendimientos a pH más bajos como en el caso de las especies del género *Trifolium* (5,4 a 5,8) y, en el género *Lotus* con pH entre 5,2 y 5,6. Mientras en caso del género *Medicago* es muy sensible a la acidez del suelo por lo que prefiere suelos con valores de pH entre 6,2 y 8 (en caso contrario se verá seriamente afectada la producción y persistencia, Carámbula, 2010b).

#### 2.5.5 Métodos de siembra

Dentro de los métodos de siembra se encuentra la siembra al voleo y la siembra en línea. En el primero de los métodos la semilla se distribuye al azar sobre la superficie y puede o no ser cubierta por algún tipo de implemento, en el segundo método la distribución espacial de la semilla es en la línea a profundidad variable. Para el caso de siembras de pasturas permanentes es indispensable para la persistencia y el logro de una pradera de larga duración sembrar la gramínea perenne en línea. Al sembrar en línea, la semilla es colocada a la profundidad deseada y la emergencia es más rápida, además el mínimo laboreo que realiza el o los dos discos abre surcos podría contribuir en aumentar la disponibilidad de nitrógeno por mineralización. Dado este requerimiento para las gramíneas perennes, las leguminosas se siembran al voleo en las praderas mixtas, para evitar excesiva competencia en la fila y además las leguminosas resisten en mejor medida la siembra al voleo (Carámbula, 2010b). Esto último se reafirma con los resultados obtenidos por Formoso (2007a, ver cuadros 3 y 4).

La principal ventaja de la siembra en línea es que permite ubicar la semilla y el fertilizante a distancias cercanas, lo cual conduce a una mayor eficiencia de ambos insumos. Ello conduce a menores gastos de implantación y mayores porcentajes de aprovechamientos de los mismos, precisamente cuando al estado de plántulas las especies forrajeras requieren una alta disponibilidad de nutrientes. Además, la siembra en línea de las gramíneas perenne permite partir de mezclas bien balanceadas, mejorando el desequilibrio crónico entre gramíneas y leguminosas donde predominan estas últimas ya que se implantan más fácilmente (Carámbula, 2010b).

Una de las desventajas más comunes en la siembra en líneas es que en muchos casos el suelo no está firme y la semilla es ubicada a mayor profundidad que la recomendada (Carámbula, 2010b).

### 2.5.6 Tipo de maquinaria

En cuanto a la influencia del tipo de maquinaria sobre la implantación de las pasturas, los componentes del tren de siembra es el factor más importante, especialmente el tipo de abresurco.<sup>1</sup>

Según Formoso (2007b) los abre surcos de disco doble en condiciones húmedas pueden compactar y formar una pátina lustrosa sobre las paredes del surco de siembra, disminuyendo el drenaje y produciendo encostramiento, lo cual reduce la aireación, infiltración, drenaje y por consiguiente los porcentajes de implantación y el crecimiento vegetal.

Según Formoso (2007b), los abre surcos monodisco liso angulado presentan mejor performance en términos de implantación y crecimiento inicial frente a las sembradoras con abre surcos doble disco desfasado.

Un segundo aspecto a resaltar, especialmente con semillas pequeñas como la de las forrajeras se refiere a la seguridad que ofrece la rueda de control de profundidad de siembra cuando esta va posicionada muy próxima al abresurco, posibilitando así profundidades de siembra más uniformes por una buena capacidad de copiado del terreno en donde cae la semilla (Formoso, 2007b).

### 2.5.7 Compactación

La compactación es una característica indicadora de la degradación física del suelo. El aumento de la densidad aparente incrementa la resistencia mecánica a la penetración, disminuye la porosidad y, tanto la cantidad como el tamaño y la continuidad de los macroporos, generando un ambiente con mayor riesgo de deficiencia de oxígeno y menor capacidad de infiltración (Formoso, 2007b).

A mayor humedad del suelo aumenta la compactación y sus efectos nocivos sobre la germinación y el crecimiento inicial de las plántulas, provocando reducciones en la implantación de las especies. La magnitud de la depresión productiva inicial es función de la sensibilidad de cada especie, pudiendo manifestarse como una disminución de la precocidad, el rendimiento total del primer año y, en las especies perennes, puede perpetuarse sobre el segundo y/o tercer año (Formoso, 2007b).

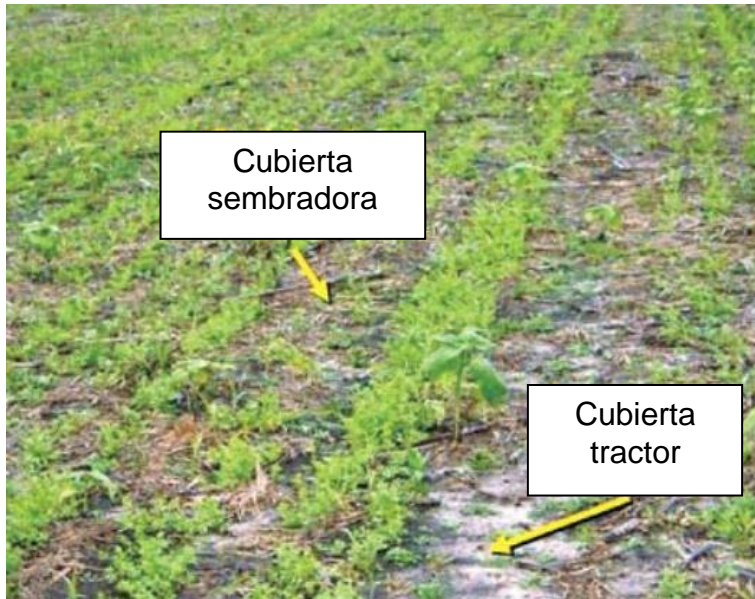


Figura 1. Efecto sobre la implantación de alfalfa por el neumático de la sembradora y del tractor, sobre suelo húmedo.  
Fuente: Formoso (2007b).

Según Formoso (2007b) leguminosas como trébol blanco, trébol rojo y alfalfa deprimen significativamente las áreas cubiertas en situaciones de suelo compactado. Dentro de ellas la alfalfa es la especie más sensible, observándose los efectos de la compactación por tránsito de maquinaria en la figura 1. De acuerdo a este mismo autor el efecto sobre la productividad de la alfalfa es permanente, debido a la escasa capacidad de esta para reaccionar frente a la gran pérdida de plantas.

Por otra parte, los efectos que origina la compactación sobre el crecimiento inicial de las plántulas afectan la precocidad de las especies. En este sentido, trébol rojo es una especie destacada por su precocidad y es utilizada normalmente en sistemas intensivos debido a esta característica resaltante. Estos sistemas requieren altas cargas animales por lo cual presentan suelos más compactados, debiendo considerar entonces la susceptibilidad de las forrajeras a la compactación y especialmente en el caso de trébol rojo (Formoso, 2007b).

#### 2.5.8 Profundidad de siembra

Según Formoso (2007a) el asegurar un mejor contacto semilla-suelo garantizando un continuo, adecuado y rápido suministro de agua a la semilla disminuye los días necesarios para germinar, obteniendo así mayores porcentajes de implantación. En el cuadro 2 se observan los mejores resultados

de implantación para el caso de lotus con la semilla  $\frac{1}{3}$  y  $\frac{1}{2}$  enterrada (54 y 62% respectivamente) coincidiendo con la menor cantidad de días para iniciar y finalizar la germinación.

Cuadro 2. Efecto del contacto semilla-suelo sobre los días (d) a germinación y porcentaje de plántulas en *Lotus sp.*

Profundidad	inicio germinación (d)	final germinación (d)	% de plántulas
0	11	23	16
1/4 enterrada	10	16	37
1/3 enterrada	5	12	<b>54</b>
1/2 enterrada	4	6	<b>62</b>
1 cm	-	-	46
2 cm	-	-	6

Fuente: modificado de Formoso (2007a).

Asegurar un buen suministro de agua sin interrupciones a la semilla, generalmente es más fácil en el período húmedo, fin de otoño e invierno, que más temprano en el otoño. Cuando las siembras se realizan en períodos de menor disponibilidad de agua, que en general coinciden con temperaturas más elevadas, las siembras sobre suelo cubierto con rastrojo, protegen en mayor medida a las semillas de la desecación frente al suelo desnudo (cuadro 3). En este periodo disponer de sembradoras con trenes de siembra adecuados para semillas forrajeras pequeñas, que aseguren un buen contacto semilla-suelo y mejoren el flujo de humedad hacia la semilla, disminuye notoriamente la probabilidad de malas implantaciones. También se observa que las leguminosas no se ven muy afectadas en la siembra en cobertura cuando hay rastrojo en superficie (Formoso, 2007a).

Cuadro 3. Incidencia de la profundidad de siembra y la cobertura del suelo sobre el porcentaje de implantación.

	mm	t. rojo	t. blanco	alfalfa	dactylis
Suelo desnudo	0	40	15	42	37
	<b>6</b>	<b>45</b>	<b>34</b>	<b>75</b>	<b>58</b>
	12	39	30	63	59
	25	25	15	48	41
Suelo con rastrojo	0	74	49	76	44
	<b>6</b>	<b>85</b>	<b>60</b>	<b>85</b>	<b>95</b>
	12	86	62	82	86
	25	70	42	73	69

Fuente: modificado de Formoso (2007a).

Cuadro 4. Efectos del tamaño de la semilla y profundidad de siembra sobre el porcentaje de implantación, en lotus y festuca.

<b>lotus INIA Draco</b>					
PMS	9	18	27	Cob.	Media
0,81	33	8	5	28	18
<b>1,21</b>	44	21	17	41	31
1,42	48	29	26	39	35
Media	42	19	16	36	-
<b>festuca Estanzuela Tacuabé</b>					
PMS	9	18	27	Cob.	Media
1,87	41	31	2	8	20
<b>2,21</b>	64	58	28	21	43
2,58	66	62	33	20	45
Media	57	50	21	16	-

PMS= peso de mil semillas (gramos), en negrita corresponden aproximadamente a los pesos correspondientes a buena semilla. 9-18-27= profundidades de siembra en milímetros. Cob.= siembra en cobertura

Fuente: modificado de Formoso (2007a).

Según lo que se observa el cuadro 4 los aumentos en la profundidad de siembra deprimieron las implantaciones de ambas especies aunque el efecto es mayor a menor vigor (menor peso de mil semillas). Cuando se eleva el tamaño de las semillas el vigor aumenta y la muerte de plántulas disminuye sobre todo en las mayores profundidades de siembra (Formoso, 2007a).

La mejor implantación de lotus se da a 9 mm de profundidad, y sembrado en cobertura no se resiente tanto como la festuca. Si tengo mayor peso de mil semillas mejora la implantación pero nunca compensa la pérdida

por sembrar a más de 9 mm. Por lo tanto, si no puedo sembrar a menos de 1 cm el lotus es mejor sembrarlo en cobertura aun cuando el peso de mil semillas sea elevado (Formoso, 2007a).

En festuca la profundidad ideal de siembra es entre 1 y 2 cm y en esta especie, a diferencia de lotus, aun cuando no pueda sembrarla a esa profundidad nunca es recomendable realizar la siembra en cobertura aún con un peso de mil semillas elevado (Formoso, 2007a).

En lo que respecta a raigrás perenne, este tolera profundidades mayores que otras gramíneas perennes pudiendo ser sembrado a 2,5 cm de profundidad, aunque de todas maneras lo recomendable es no sobrepasar los 2 cm (Cullen, 1966).

En gramíneas es importante considerar que la profundidad de siembra no debe ser mayor a la longitud máxima que puede alcanzar el coleóptilo.

Otro aspecto que influye en la implantación de una pastura es el tipo de suelo (textura). Suelos de textura arenosa toleran una mayor profundidad de siembra porque la restricción física o mecánica para la emergencia es menor que en un suelo de textura arcillosa, porque los primeros tienen una alta relación macroporos/microporos. En un suelo estructurado (arcilloso) la preparación de la cementera debe ser más cuidadosa que en un suelo de textura gruesa. Por lo tanto el máximo recomendado de profundidad de siembra depende de: la especie, el tamaño de la semilla, el potencial de elongación del hipocótilo y, la interacción con textura, estructura y humedad del suelo.<sup>1</sup>

#### 2.5.9 Densidad de siembra

El determinar la densidad de siembra de una especie así como sus relaciones con las otras especies de una mezcla forrajera constituye uno de los aspectos más variables de la siembra de pasturas (Carámbula, 2010b).

Aún cuando en la gran mayoría de las especies el ajuste poblacional por macollaje y por semillazón permite asegurar presencias y rendimientos similares dentro de ciertos rangos de densidades de siembra, esto solamente es posible si se utilizan las poblaciones más adecuadas técnicamente. De todas maneras las densidades de siembra deberán adaptarse a las situaciones particulares de cada potrero (Carámbula, 2010b).

Según Águila Castro (1979) los factores principales que permiten definir la densidad de siembra son: las condiciones del suelo al momento de la siembra (sementera), condiciones del clima (temperatura y humedad), método de siembra (voleo o en línea), fertilidad del suelo y aplicación de fertilizantes,



época de siembra, características de las especies (vigor inicial), características de la semilla (pureza, peso de mil semillas, malezas y germinación), y otros factores (enfermedades, plagas, etcétera).

Cuando se siembran solamente especies perennes de lento crecimiento a bajas densidades es muy probable que sean dominadas por las malezas, fracasando la implantación de la pastura. Por lo tanto el número de semillas viables que determinarán el número de plántulas por metro cuadrado debería aumentarse a medida de que incrementa el grado de perennidad de las especies utilizadas, debido a que estas presentan un crecimiento lento y sufren mayores riesgos con respecto a las especies anuales en la competencia con malezas. Los efectos producidos por la densidad de siembra se explican todos por un proceso de competencia (Carámbula, 2010b).

Según Donald (1963) si las densidades de siembra de las especies de una mezcla sobrepasan cierto límite, la mezcla será constante en el rendimiento y también la contribución de cada especie. Este principio es importante en la composición de mezclas, ya que indica que la composición de estas sólo puede ser modificada dentro de ciertos límites manipulando la densidad de siembra de cada especie. Más allá de esos límites, para modificar la composición de la mezcla debe modificarse el ambiente como puede ser el nivel de fósforo y nitrógeno.

Un excesivo número de plantas por unidad de superficie incide negativamente en los rendimientos. Específicamente para el caso de festuca se sugiere el uso de menores densidades debido a que menos plantas con más peso de macollo producen más forraje que muchas plantas con macollos más finos (Carámbula, 2010b).

#### 2.5.10 Época de siembra

Unos de los objetivos en fijar la época de siembra es lograr que las plántulas alcancen un estado de desarrollo adecuado que les permita sobrevivir a las condiciones ambientales desfavorables (Steppler et al., 1965). Los factores que intervienen para definir la época de siembra son: la humedad, la temperatura y la interacción entre ellas (Carámbula, 2010b).

La humedad adecuada del suelo permite una germinación rápida y uniforme, en general las lluvias post-siembra son consideradas como el factor ambiental que más afecta la implantación de la pastura, siempre y cuando la temperatura sea la adecuada. El déficit hídrico impide la germinación, provoca fallas en la nodulación y expone a la semilla al ataque de insectos. El exceso

hídrico promueve la muerte de semillas y plántulas por falta de oxígeno (Carámbula, 2010b).

En cuanto a las necesidades de agua para la germinación existen diferencias entre especies. Las leguminosas en general requieren menores niveles de humedad que las gramíneas, ya que la imbibición de la semilla es más rápida y alcanzan un mayor contenido de agua en un menor tiempo (Mc William et al., 1970).

Según Herriott (1958) tanto la temperatura del suelo como la del aire afectan, según fecha de siembra, el comportamiento de la semilla.

A partir de marzo la temperatura media contribuye a un mejor establecimiento de la pastura siendo esta de alrededor de 25 °C. En cambio en siembras de mayo, debido a las temperaturas mínimas que pueden alcanzar los 5 °C, se producen pérdidas de plántulas y el crecimiento de las sobrevivientes es muy lento, además los efectos son aún mayores si se dan heladas tempranas. Cabe aclarar que los límites inferiores de las temperaturas afectan más a las leguminosas de ciclo estival como alfalfa y lotus mientras que las anuales invernales y los tréboles son capaces de germinar aun con bajas temperaturas. Además, el proceso de simbiosis se ve afectado (Carámbula, 2010b).

#### 2.5.10.1 Siembras tempranas vs. tardías

Las siembras tempranas a diferencia de las tardías presentan una mejor implantación y una mayor precocidad debido a que logran una mayor población de plántulas, siendo estas a su vez más vigorosas. Este comportamiento es explicado por: mayor porcentaje de germinación, rápido crecimiento de las plántulas, mayor desarrollo radicular y como consecuencia mejor resistencia a la sequía, uso más eficiente de los nutrientes (fósforo) y entrega más temprana de forraje. Ocurriendo lo contrario en siembras tardías que presentan peor implantación y menor precocidad, ya que la población de plántulas es menor y son más débiles. Estas últimas presentan: bajo porcentaje de germinación, crecimiento lento, sistemas radiculares superficiales, ambiente de exceso de humedad y falta de oxígeno, baja eficiencia en el uso del fósforo, problemas en la nodulación y el primer pastoreo se ve retrasado (Carámbula, 2010b).

Para lograr producción temprana en invierno se debe sembrar temprano en el otoño, lo que permitirá un crecimiento importante de la parte aérea a temperaturas moderadas, una respuesta progresiva de la parte radicular y llegar a épocas críticas de déficit hídrico con buen desarrollo

radicular. Las siembras tardías determinan menores producciones de forraje en el año de implantación, un crecimiento más lento y débil, fijación de nitrógeno escasa y muy pobre capacidad de competencia con malezas, afectando el potencial productivo del año siguiente. Especies como la alfalfa se comportan mejor en siembras tempranas de otoño con más temperatura y menor humedad, mientras que los tréboles y festuca se comportan mejor en siembras con menor temperatura y mayor humedad ya en pleno otoño (Carámbula, 2010b).

#### 2.5.11 Efecto del manejo del pastoreo

El manejo del pastoreo que se aplique a una pastura mixta recién instalada tiene mucha importancia y puede afectar de forma significativa el balance entre sus componentes. El control de la luz por medio de cortes o pastoreos es imprescindible durante la implantación de la pastura, por lo cual deberá controlarse la agresividad y competencia de las especies más precoces y buscando que las plantas de hábito más prostrado reciban mayor cantidad de luz. Además el pastoreo puede ser utilizado como una estrategia de biocontrol de malezas, siendo la utilización de pastoreos oportunos durante la etapa de implantación una herramienta más para lograr pasturas limpias (Carámbula, 2010b).

Para la definición del primer pastoreo durante la implantación de la pastura se debería considerar aspectos sobre el momento, la carga, el método y las categorías animales a utilizar en este (Carámbula, 2010b).

##### 2.5.11.1 Momento de pastoreo

En cuanto al momento de pastoreo, este es difícil de definir, por lo cual la pastura debe estar bajo constante observación. El estado de desarrollo de las especies introducidas como de la vegetación residente son factores que afectan la fecha del primer pastoreo. En cuanto a esto, las primeras deben estar bien ancladas y presentando una altura de 8 a 10 cm pero no mayor, mientras que las segundas no deberían sobrepasar a las primeras y así controlar la competencia con las plántulas. La época del primer pastoreo depende de varios factores entre los cuales se destacan: las especies sembradas, grado de enmalezamiento, condiciones ambientales desde la siembra, tipo de suelo y humedad del mismo (Carámbula, 2010b).

Durante los primeros pastoreos deberá observarse la respuesta a la defoliación de cada una de las especies introducidas ya que esta puede ser distinta, como también debe considerarse la selectividad diferencial que ejercen los animales sobre cada especie. Esto permitirá fijar el momento del pastoreo

para mantener una población deseable y un estado vigoroso de la pastura (Carámbula, 2010b).

El remanente post-pastoreo no debería ser menor a 5 cm y el intervalo entre pastoreos debería ser adecuado. Permitiendo así mantener áreas foliares remanentes acordes favoreciendo un uso máximo de la luz incidente por parte de las plantas y generando una cobertura del suelo por parte de la pastura, permitiendo retener al máximo la humedad y reducir los extremos de temperatura del suelo, y al mismo tiempo mantener a la pastura densa y vigorosa. En cuanto al periodo de recuperación entre pastoreos este no deberá ser demasiado breve ya que las plantas no lograrían acumular reservas, disminuyendo así su resistencia a las temperaturas frías del invierno y, a las temperaturas altas y al probable déficit hídrico al avanzar la primavera e ingresar al verano (Carámbula, 2010b).

#### 2.5.11.2 Método de pastoreo

Manejos de pastoreo severos exceden ampliamente la resistencia de las plántulas. Los primeros pastoreos deben promover pasturas densas a través del mayor macollaje que se produce al eliminar los extremos de las hojas jóvenes, reduciendo así el proceso de dominancia sobre las macollas hijas (Carámbula, 2010b).

Además, los primeros pastoreos permiten la mayor entrada de luz a los estratos bajos de la pastura, mejorando la calidad de la luz (relación rojo/rojo lejano, rel. R/RL) que reciben las hojas inferiores y aumentando así la tasa de macollaje, tal cual lo expresa Deregibus et al. (1985) en cuanto al efecto de la calidad de la luz sobre el macollaje.

Las pasturas nuevas nunca deben ser pastoreadas en forma continua hasta que las especies se encuentren bien ancladas y soporten el tirón de los animales. Esto generalmente no ocurre hasta las 10-12 semanas posteriores a la siembra (cuando ya ha culminado su implantación). Los pastoreos deben ser realizados con una alta carga instantánea durante periodos cortos de permanencia para favorecer la defoliación uniforme y manteniendo controlado el pisoteo (Carámbula, 2010b).

#### 2.5.11.3 Carga y categorías animales a utilizar

El primer pastoreo debe realizarse con lanares o vacunos livianos, en altas dotaciones y durante un lapso muy corto de tiempo. Se descartará por completo el uso de vacunos pesados, a causa del daño que pueden provocar las pezuñas sobre las coronas de las plántulas y por el excesivo efecto de compactación en el suelo. Por lo común se recomienda una dotación de

alrededor de 20-30 vacunos livianos por hectárea, tratando de que la pradera sea pastoreada en forma uniforme y en un término no mayor de 4 o 5 días (Carámbula, 2010b).

El pastoreo debe planearse de tal forma que el suelo posea cantidades apropiadas de agua, no debiéndose llevarse a cabo cuando exista falta o exceso de humedad (Carámbula, 2010b).

Finalmente, el pastoreo durante el año de siembra requiere mayor atención que el de una pastura bien establecida. Por ello, el pastoreo del primer año debe ser muy bien controlado, ya que de no ser así la futura utilidad y productividad de la pastura estará destinada al fracaso. Cada operación debe realizarse de la forma más precisa y en el momento más recomendable (Carámbula, 2010b).

#### 2.5.12 Enmalezamiento

El principio básico para el control de malezas en pasturas consiste en explotar la capacidad de competencia de las especies sembradas frente a las malezas. Para lo cual se debe buscar un crecimiento rápido y vigoroso de las pasturas, de modo que las malezas no tengan la posibilidad de establecer en primera instancia y así colocar a las forrajeras en una situación favorable para competir con estas. Un ejemplo claro lo constituye la localización del fertilizante junto con la semilla disminuyendo la cantidad de nutrientes tomados por las malezas en la entrefila, y mejorando la competitividad de las especies sembradas (Carámbula, 2010b).

Según Rodríguez et al., citados por Bellini Saibene et al. (2008), el efecto de la cobertura por malezas sobre la pérdida de producción de materia seca en el primer año es lineal y aumenta en un 20 % aproximadamente cada 10 % de aumento de cobertura por malezas. Con un 15-20 % de cobertura por malezas la pérdida de producción es de 35-40 %. Además existe un efecto reductor sobre la persistencia productiva de la pastura.

Las especies bianuales invernales como *Rumex crispus*, *Raphanus raphanistrum* y *Echium plantagineum* son malezas que están generalmente presentes en el primer año de la pastura y pueden llegar a reducir en forma importante la implantación de esta.<sup>2</sup>

El control químico presenta limitantes debido a que existen pocas opciones, el espectro es reducido y existen selectividades marginales. Por lo

---

<sup>2</sup> Fernández, G. 2016. Com. personal

cual es necesario optimizar el uso de herbicidas, para de esta manera minimizar la probabilidad de daños en la pastura y asegurar alta efectividad de control. El periodo libre de interferencia abarca desde los 30-50 a 70-100 días postsiembra, dependiendo de las condiciones hídricas y de temperatura. Para controles en pasturas en implantación y minimizar los daños, las leguminosas deben poseer entre 3 a 8 (optimo 4 a 6) hojas verdaderas y en las gramíneas 3 hojas o estar iniciando el macollaje. Además, se deben considerar las condiciones ambientales que afectan el crecimiento de la pastura (heladas y sequías). Para pasturas establecidas se debe realizar el control posterior a un corte o pastoreo, buscando exponer más a la maleza.<sup>2</sup>

Los dos principios activos más utilizados son: flumetsulam y 2,4DB-éster. Flumetsulam controla malezas de hoja ancha como: *Brassica spp.*, *Coronopus didymus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Soliva spp.*, *Stellaria media*, *Anagallis arvensis* y *Anthemis spp.*; es deficiente en *Cerastium glomeratum*, *Bowlesia incana* y *Conyza bonariensis* (solo control pre-emergente o de una hoja). El 2,4DB-éster complementa el control de Flumetsulam controlando especies como: *Taraxacum officinale*, *Rumex crispus*, *Polygonum aviculare*, *Plantago spp.*, *Cardus spp.*, *Mentha spp.* y *Coleostephus myconis*.<sup>2</sup>

### 2.5.13 Enfermedades

Las enfermedades afectan básicamente la población inicial de plántulas, de acuerdo con Altier (1996) las enfermedades de implantación son causadas por patógenos del suelo o de las semillas, los cuales afectan las semillas y las raíces de las plántulas durante la germinación, pre y postemergencia temprana.

Entre dichas enfermedades es posible citar: la podredumbre de la semilla, el ahogamiento de las plántulas y el damping off, causado por los hongos de los géneros *Pythium*, *Rhizotocnia* y *Fusarium*. Estos, junto a otros hongos del suelo, forman un complejo de hongos patógenos que atacan a las pequeñas plántulas y atraviesan su tejido tierno provocando las enfermedades conocidas como damping off (Carámbula, 2010b). Según Pérez et al., citados por Moliterno (2000) dichos hongos atacan a las plántulas en los estados de pre y postemergencia presentando las plántulas de las especies forrajeras la mayor susceptibilidad a ellos entre el momento de la siembra y los veinte a veinticinco días siguientes a la misma, viéndose favorecida en ambientes o años húmedos y fríos, siendo condiciones negativas también para el crecimiento de las pasturas. Luego a medida que los tejidos se lignifican la incidencia de la enfermedad es cada vez menor.

Para un manejo eficiente de las enfermedades de implantación se debería utilizar siempre semillas de buena calidad con alto vigor, sembrar en suelos sin excesos hídricos y con temperaturas mayores a 12° C y, en siembras tardías curar las semillas con fungicidas que no afecten a los rizobios (Pérez y Altier, 2000).

El complejo de podredumbre de corona y raíz (CPCR) es una enfermedad crónica, común a las leguminosas forrajeras, ocasionada por la interacción de factores bióticos y abióticos. Tienen un desarrollo lento y altamente dependiente de las condiciones ambientales y de manejo; cualquier condición de estrés en el cultivo puede acelerar su evolución. Algunos ejemplos de enfermedades de órganos subterráneos son los marchitamientos y podredumbres de raíz/corona, como las que afectan a trébol rojo, lotus y alfalfa. Son causadas por un complejo de patógenos, el principal género asociado a estas enfermedades es *Fusarium*, siendo *Fusarium oxysporum* la especie más prevalente. Las infecciones ocurren temprano en la vida de la planta y progresan gradualmente con la edad del cultivo (Altier, 2010).

La ocurrencia de heridas en los tejidos, como resultado del daño por insectos, maquinaria o pisoteo animal, actúa como puerta de entrada para la infección. Esta enfermedad reduce la capacidad de absorción de agua y nutrientes, de anclaje, de fijación de nitrógeno y, de translocación y almacenamiento de reservas. Se manifiesta por: la falla de las plantas para rebrotar luego de un corte o pastoreo y baja tolerancia al estrés hídrico durante el verano, ocasionando la muerte de las plantas y disminuyendo la persistencia (Altier, 2010).

#### 2.5.14 Plagas

Los insectos que pueden llegar a causar daños importantes durante el periodo de implantación de las pasturas son: las hormigas cortadoras de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* y, los pulgones que atacan a la alfalfa y otras especies del género *Medicago* y *Trifolium* (Alzugaray, 1991). Los problemas que causan los pulgones se dan sobre todo en los periodos secos y cálidos del otoño (Alzugaray y Ribeiro, 2000).

Dentro de las plagas de suelo, los gorgojos del suelo al estado de larva se alimentan de las raíces provocando heridas que facilitan la entrada de hongos y otros patógenos, siendo en los periodos fríos y secos del invierno cuando las poblaciones de estos insectos son más altas (Carámbula, 2010b).

Cabe destacar que las praderas sembradas y campos naturales tienen ciertas particularidades que favorecen la aparición de enemigos naturales de los

insectos fitófagos. Proporcionando a estos un lugar para mantener o desarrollar poblaciones, que luego actuarán frente a los insectos plaga. Los insectos más comúnmente encontrados en pasturas son: míridos, trips, pulguitas, pulgones, arañuela, grillos, lagartas, insectos del suelo, avispidas y chinches (Alzugaray y Ribeiro, 2000).

De no tomarse las medidas necesarias, el ataque continuado por parte de dichas plagas en estas primeras etapas del crecimiento y desarrollo de las plántulas conducen a una pérdida de vigor progresiva que en general coincide con las condiciones adversas para el crecimiento de la pastura en invierno (Carámbula, 2010b).

#### 2.5.15 Relación parte aérea y raíz

Según Gomes de Freitas y Klaassen (2011) para siembra de 17 de mayo, los mismos obtuvieron para las mezclas de: festuca, trébol blanco y lotus; y dactylis y alfalfa, valores de parte aérea de 109 y 126 g/m<sup>2</sup> respectivamente. En cuanto a biomasa radicular la primera mezcla presentó 44 g/m<sup>2</sup> y la segunda 53,6 g/m<sup>2</sup>. La mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, produjo más biomasa radicular y una relación parte aérea/raíz de 2,17, más favorable a la producción radicular que la relación de 2,54 que tuvo la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, para el promedio de las dos fechas (17 de mayo y 14 de junio). Para la siembra de mayo en el caso de festuca se obtuvo 48,6 g/m<sup>2</sup> parte aérea, 24,6 g/m<sup>2</sup> raíz y relación parte aérea/raíz 1,99, mientras que para el caso de la alfalfa se obtuvieron 27,8 g/m<sup>2</sup> parte aérea, 13,9 g/m<sup>2</sup> raíz y relación parte aérea/raíz 2,04.

Por otro lado, Formoso (2011) afirma que existen varias razones para tolerancia al déficit hídrico por parte de las leguminosas, como ser: anatómicas, fisiológicas y morfológicas. Entre éstas últimas se destaca la capacidad de desarrollo radicular, donde la alfalfa en un ensayo realizado por el mismo autor, fue la que presentó raíces con mayor capacidad de exploración radicular en profundidad, seguida por *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*. Existe una influencia de la temperatura en la relación parte aérea/raíz, en cuanto a esto los resultados encontrados por Sato (1971), muestran que alfalfa presenta mayores relaciones raíz/peso total a temperaturas menores. Al mismo tiempo, a temperaturas de 25/20 ° C (temperatura diurna y nocturna, respectivamente) el crecimiento de la planta es óptimo en esta especie, según los resultados obtenidos por este mismo autor. Mientras que el óptimo de temperatura para el crecimiento de las raíces es menor.



### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EXPERIMENTO

##### 3.1.1 Lugar, período y descripción del experimento

El trabajo de campo fue realizado en la Facultad de Agronomía-Universidad de la República, en la Estación Experimental Dr. Mario Antonio Cassinoni (EEMAC) en el departamento de Paysandú-Uruguay, la misma se ubica en la ruta nacional No. 3, km 363.

El experimento se llevó a cabo en los potreros No. 32b y 35 (latitud 32°22'28.95"S y longitud 58° 3'36.34"O; latitud 32°22'25.55"S y longitud 58° 3'46.56"O, respectivamente), con una superficie total de 6,3 hectáreas. En base a la información brindada por la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000 (MAP. DSF, 1976) el área en estudio se encuentra sobre Unidad San Manuel, la cual se ubica sobre la Formación Geológica Fray Bentos, donde los suelos que predominan son Brunosoles Éutricos Típicos superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosa. Los suelos asociados son Brunosoles Éutricos Lúvicos de textura limosa, así como Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca.

Dicha área fue sembrada sobre una moha (verdeo de verano) y esta sobre verdes de invierno como antecesor de invierno, en los cuales se realizaron evaluaciones del efecto de la inclusión o no de leguminosas en el verdeo, junto con el efecto de la fertilización nitrogenada. Lo cual generó una variabilidad importante entre parcelas principalmente a nivel del enmalezamiento.

Se comenzó con el período de barbecho mediante la aplicación de glifosato (4 l/ha) a principios de febrero, luego a la siembra se realizó una segunda aplicación de glifosato (2 l/ha). La siembra fue realizada el 12 de marzo de 2017, y a los 75 dps. (días posiembrado), se comenzó con el relevamiento de datos, finalizando a los 96 dps..

La siembra se efectuó mediante la tecnología de siembra directa con una sembradora SEMEATO doble disco con disco compactador, la cual poseía una distancia entre hileras de 19 cm, siendo las gramíneas sembradas en la línea (a 1 cm de profundidad) y las leguminosas al voleo, a diferentes densidades de siembra. Al momento de la siembra se realizó una fertilización con 100 kg/ha del fertilizante binario 7-40/40-0+5S y luego una refertilización con 100 kg/ha de urea el día 25 de junio.

Tomando en cuenta lo expresado por Carámbula (2010a) se resalta que la dosis de nitrógeno a la siembra es inferior a la recomendada por este autor (20 kg N/ha frente a los 7 kg N/ha aplicados). Esta fertilización en el nivel recomendado por el autor tendría un efecto positivo en el crecimiento inicial de las plántulas, lo cual también favorece la concreción de un proceso rápido y eficiente de nodulación. Por lo cual en un principio no se esperaría haber obtenido dicho efecto con la dosis utilizada, aunque para obtener mejores conclusiones se necesitaría de datos de análisis de contenido de nitrógeno como nitrato a la siembra.

En el caso de este experimento se realizó un pastoreo de 10 días ingresando posteriormente a la fecha 3 en el bloque 1 (potrero 32b), con cargas variables entre parcelas de 600 y 1200 kg/ha, carga baja y alta respectivamente.

Las densidades de siembra utilizadas se pueden visualizar en el cuadro siguiente.

Cuadro 5. Densidades de siembra.

Especie	kg/ha
<i>Festuca arundinacea</i>	15
<i>Medicago sativa</i>	12
<i>Lolium perenne</i>	20
<i>Trifolium pratense</i>	6

Como se puede observar las densidades de siembra utilizadas en *Lolium perenne* y *Trifolium pratense* se ajustan a las recomendadas para mezclas por Carámbula (2010a).

Por otra parte, la densidad de siembra utilizada en *Festuca arundinacea* es algo superior a la recomendada por Carámbula (2010a), ya que tomando en cuenta el peso de mil semillas y, debido a un número de plantas objetivo (200 plantas por metro cuadrado) y un porcentaje de implantación esperado (30 %), se calcula como adecuada esta densidad de siembra utilizada. La principal razón por la cual el autor mencionado utilizaría una densidad de siembra menor sería debido a que esta especie a menores densidades genera mayores rendimientos por una mayor contribución del componente peso de macolla frente a densidades altas.

Al mismo tiempo, para el caso de *Medicago sativa* se utiliza una densidad de siembra sensiblemente mayor a la recomendada por Carámbula (2010a), dado que estas densidades corresponden a siembras en línea. Por lo cual es adecuado aumentar la densidad de siembra al realizarla al voleo, ya que


el porcentaje de plántulas esperado es menor debido a que el ambiente ofrecido para el establecimiento de estas es más desfavorable en la siembra al voleo en superficie.

### 3.1.2 Diseño experimental

El mismo se trata de un diseño en bloques completos generalizados divididos en cuatro bloques con dos tratamientos y dos repeticiones cada uno, los cuales constan de las siguientes mezclas forrajeras: T1= *Festuca arundinacea* (cv. Ceres Typhoon) y *Medicago sativa* (cv. Estanzuela Chaná); T2= *Lolium perenne* (cv. Horizon) y *Trifolium pratense* (cv. Estanzuela 116).

Las determinaciones a campo se realizaron en cuatro momentos, la primera medición se realizó el 27 de mayo, y con una frecuencia de 7 días. Se determinó el número de macollos, macollos por planta y número de hojas verdaderas por macollo, para la gramínea; y para la leguminosa, el número de plantas y de hojas verdaderas por planta. Para ambas se determinó la relación parte aérea-raíz en la cuarta medición. Para la realización de las determinaciones se utilizó un rectángulo de 20 x 50 cm, en 6 puntos fijos por parcela (96 mediciones/fecha).

En las siguientes figuras se observa el croquis de los potreros ya mencionados y la distribución de las parcelas (figuras 2 y 3).

Rg.p.+ TR. (r2)	Rg.p.+ TR. (r1)	F.+ Alf. (r2)	F.+ Alf. (r1)	N  B1
Rg.p.+ TR. (r1)	Rg.p.+ TR. (r2)	F.+ Alf. (r1)	F.+ Alf. (r2)	

\*Rg. p. + T.R.: *Lolium perenne* + *Trifolium pratense*

F. + Alf.: *Festuca arundinacea* + *Medicago sativa*

r<sub>n</sub>: repetición n

B<sub>n</sub>: bloque n

Figura 2. Croquis potrero 32b.

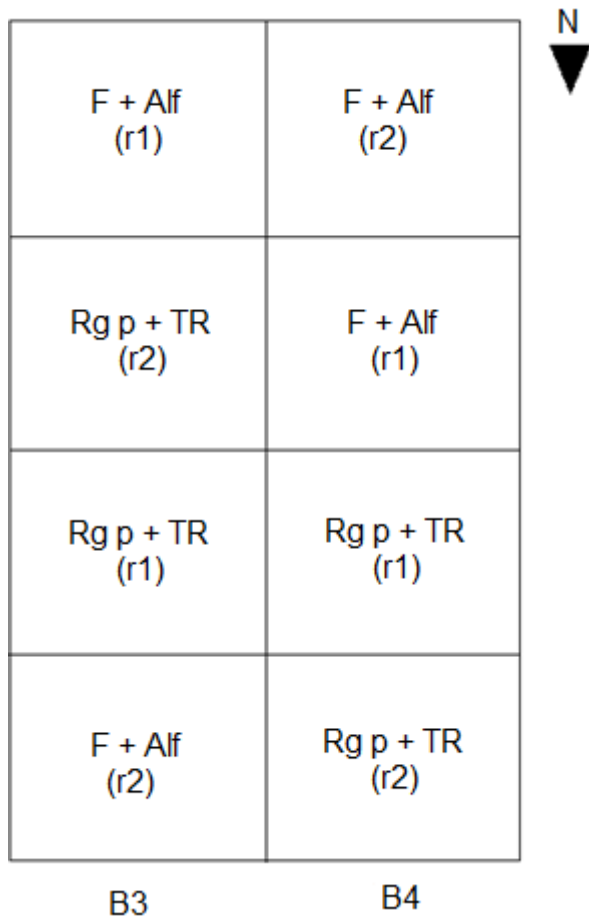


Figura 3. Croquis potrero 35.

\*Rg. p.+ T.R.: *Lolium perenne* + *Trifolium pratense*

F + Alf: *Festuca arundinacea* + *Medicago sativa*

r<sub>n</sub>: repetición n

B<sub>n</sub>: bloque n

## 3.2 VARIABLES EVALUADAS

### 3.2.1 Implantación

Se cuantificó el porcentaje de implantación a los 75, 82, 89 y 96 dps. midiendo en 6 puntos para cada parcela, a través del uso del rectángulo. Determinando el número de macollos utilizándose, conjuntamente con el número de macollos por planta, para calcular el número de plantas por metro cuadrado. Para la obtención del número de macollos por planta se tomaron muestras de 4 plantas por parcela y se realizó el conteo en laboratorio.

Mediante la información obtenida en el laboratorio sobre el peso de mil semillas (PMS) y porcentaje de germinación (%germ.) y, la densidad de siembra, se determinó el número de semillas viables sembradas por metro cuadrado. El número de plantas por metro cuadrado calculado, se dividió por el número de semillas viables sembradas por metro cuadrado que luego se multiplicó por 100, obteniendo así el porcentaje de implantación.

Para la obtención del porcentaje de germinación a laboratorio se realizaron primeramente 5 caladas por bolsa en cada especie a sembrar, para tomar una muestra representativa, y se contaron 1000 semillas de cada especie colocándolas en bolsas de 100 semillas cada una. Posteriormente, se pusieron en cajas de Petri totalizando 40 cajas, 10 de cada especie con 100 semillas cada una. Obteniéndose el peso de mil semillas mediante una balanza electrónica, sumando el peso de las 10 placas de cada especie, tomando en cuenta el peso de la placa. Posteriormente bajo las semillas se colocó papel higiénico húmedo y se colocaron a germinar a 24 ° C y se realizó el conteo de las semillas que emitían la radícula a los 4 y 7 días en cada una de las placas.

### 3.2.2 Número de hojas verdaderas completamente desarrolladas

Se cuantificó el número de hojas verdaderas completamente desarrolladas a los 75, 82, 89 y 96 dps. midiendo en los mismos 6 puntos ya mencionados para cada parcela tanto para gramíneas como en las leguminosas. Para el caso de las gramíneas se utilizó una escala de 0 a 3, con una precisión de 0,25. En las leguminosas se utilizó una escala de 0 a 3 y más de 3, con una precisión de 0,5.

### 3.2.3 Relación parte aérea/raíz de la pastura

El procedimiento para determinar esta variable se realizó a los 96 dps. y, mediante la extracción con pala recta, se obtuvieron cubos de suelo de 20 x 20 cm y 20 cm de profundidad, que corresponde a un volumen de 0,008 m<sup>3</sup> cada una, ubicadas próximas a los puntos de evaluación de las variables previamente mencionadas. El número de muestras tomadas por cada parcela fueron 6 cubos de suelo, sumando un total de 72 en toda el área en evaluación (no se tomaron muestras del bloque 1 ya que se encontraba bajo pastoreo).

Una vez obtenidas las muestras, se dejó reposar en agua durante 6 horas, con el objetivo de que las raíces se desprendieran fácilmente de los agregados del suelo, sin que se rompan las mismas. Luego de este paso se procedió a la separación de plantas de la pastura, gramíneas y leguminosas por separado, como también parte aérea y raíz. Se colocaron en estufa de aire forzado a 60 °C por 48 horas. Posteriormente se pesaron para obtener el peso

seco (g) de la parte aérea (PA) y de raíz (R) de cada especie y parcela, para luego calcular la relación entre ellas (PA/R).

### 3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para estudiar el efecto de la mezcla forrajera, la fecha de evaluación y su interacción sobre: número de macollos por metro cuadrado y número de macollos por planta (para gramíneas) y, número de plantas por metro cuadrado, porcentaje de implantación y número de hojas completamente desarrolladas (para ambas familias); junto con el estudio del efecto de la mezcla forrajera sobre el peso de la parte aérea y raíz, y la relación entre ellas; se utilizó el programa estadístico Infostat, donde las medias de los efectos significativos se compararon con la prueba Tukey al 10 % (ver anexo No. 4).

### 3.4 HIPÓTESIS

#### 3.4.1 Hipótesis biológica

Existen diferencias entre mezclas en: el número de macollos por metro cuadrado y número de macollos por planta (para gramíneas) y, número de plantas por metro cuadrado, porcentaje de implantación y número de hojas completamente desarrolladas (para ambas familias); y en el peso de la parte aérea y raíz, y la relación entre ellas. Se esperaría que la mezcla compuesta por *Lolium perenne* + *Trifolium pratense* presente mejor comportamiento dado el mayor vigor inicial y la precocidad de las especies que la componen frente a la mezcla compuesta por *Festuca arundinacea* + *Medicago sativa*. Al mismo tiempo la primera mezcla es de menor persistencia por lo que se esperaría un mejor comportamiento a nivel de las variables de desarrollo y crecimiento dada su mayor partición de foto asimilados hacia la parte aérea.

### 3.4.2 Hipótesis estadística

$$H_0 = T_1 = T_2 = 0$$

$H_a$  = al menos un tratamiento es diferente.

### 3.4.3 Modelo estadístico

Las variables de respuesta fueron analizadas mediante un modelo general de medidas repetidas en el tiempo, cuya ecuación fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_h + \alpha_k + (\tau\alpha)_{ik} + \epsilon_{ij}$$

$Y_{ijkl}$  = variable de respuesta

$\mu$  = media general

$\tau_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque

$\gamma_h$  = efecto de la h-ésima repetición

$\alpha_k$  = efecto de la k-ésima fecha de medición

$(\tau\alpha)_{ik}$  = interacción entre tratamiento y fecha de medición

$\epsilon_{ij}$  = error experimental



## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÍODO DE EVALUACIÓN

#### 4.1.1 Precipitaciones

A continuación se presentan los datos de precipitaciones y temperaturas de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni para el período de evaluación del ensayo, comparado con la serie histórica 1961–1990 de Paysandú del Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET, s.f.).

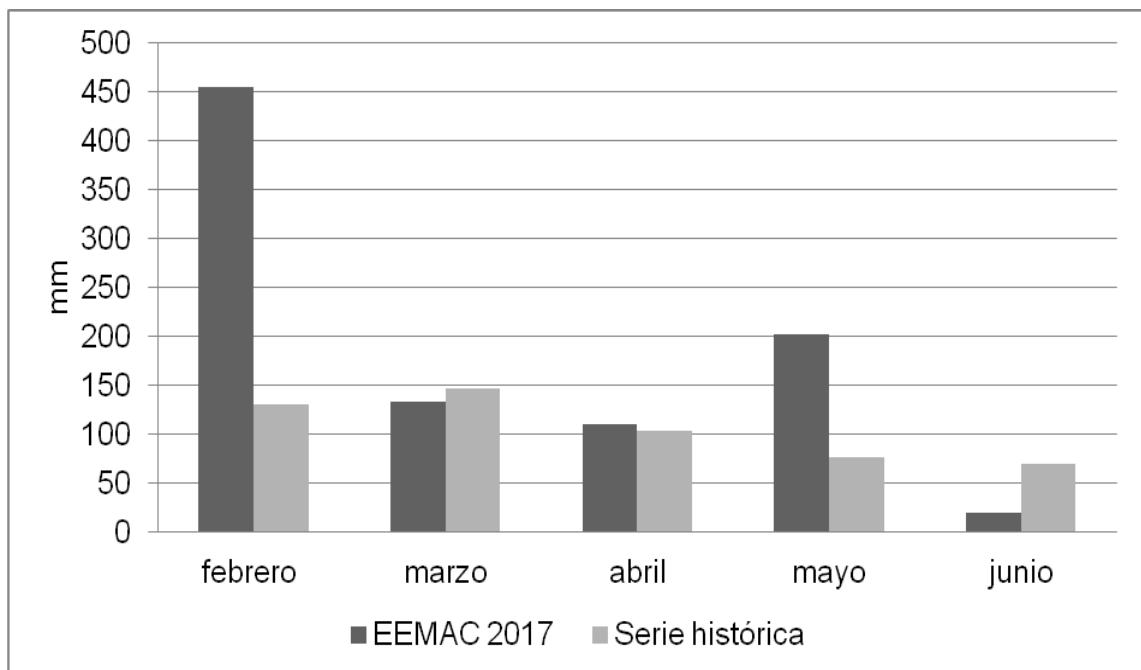


Gráfico 1. Precipitaciones mensuales de la serie histórica y del período experimental para la EEMAC del año 2017.

Fuente: elaborado en base a datos de la EEMAC y INUMET.

En el mes de febrero durante el cual se realizó el barbecho (primera aplicación de glifosato+2,4-D realizada el 5 de dicho mes) se registraron 324,5 mm por encima del promedio histórico (totalizando 455,4 mm) lo que indicaría que el suelo se encontraba a capacidad de campo y posiblemente saturado habiéndose producido excesos hídricos dada la capacidad de almacenaje de los suelos presentes en el experimento (80-110 mm de capacidad de almacenaje).<sup>3</sup> La humedad adecuada del suelo permite una germinación rápida

<sup>3</sup> Zanoniani, R. 2017. Com. personal

y uniforme, en general las lluvias post-siembra son consideradas como el factor ambiental que más afecta la implantación de la pastura, siempre y cuando la temperatura sea la adecuada (Carámbula, 2010b). Por otra parte, dadas las precipitaciones ocurridas durante el periodo de barbecho, el suelo en el momento de la siembra se encontraba saturado y compactado superficialmente, por lo cual la capacidad de infiltración del suelo se vio reducida, aumentando el escurrimiento.

En marzo, mes en el cual se realizó la siembra, se registraron 14 mm menos con respecto al promedio histórico. En los 3 días previos a la siembra y 3 pos siembra se registraron 53,1 y 28,7 mm, respectivamente, lo que podría significar un exceso hídrico en el suelo (ya que el suelo se encontraba previamente a capacidad de campo), pudiendo afectar esto en forma negativa la germinación y también las etapas iniciales de las plántulas. Según Pérez et al., citados por Moliterno (2000) los patógenos en las etapas iniciales de implantación afectan en los estados de pre y post emergencia temprana siendo favorecido por suelos con excesos hídricos. Por otro lado, Carámbula (2010b) indica que las enfermedades más importantes son: podredumbre de la semilla, el ahogamiento de las plántulas y el damping off causado por los hongos de los géneros *Pythium*, *Rhizotocnia* y *Fusarium*.

En lo que respecta al mes de abril las precipitaciones registradas son muy similares al promedio histórico siendo alrededor de 110,7 mm. En cambio, en el mes de mayo se registraron 202,7 mm (143,7 mm superior al promedio histórico), es de esperar que ocurrieran excesos hídricos en este mes, sin embargo, según Pérez et al., citados por Moliterno (2000) el periodo de mayor susceptibilidad frente a las enfermedades de implantación se da entre la siembra y los 20-25 días possiembra por lo cual estos excesos no habrían afectado la implantación de las mezclas durante el mes de mayo.

Para el mes de junio las precipitaciones registradas fueron inferiores al promedio histórico totalizando 20,1 mm (49,9 mm inferior al promedio histórico), debido a que en esta época del año la evapotranspiración es baja y el contenido de agua del suelo antecedente es elevado, es muy poco esperable que haya ocurrido un déficit hídrico. Al contrario, sería esperable que haya sido beneficiosa esta situación debido a que, dada la baja evapotranspiración de este mes, niveles de precipitación mayores provocan mayores excesos hídricos lo que afectaría el crecimiento de la pastura.

Por otro lado dadas las precipitaciones en el mes de mayo y que, como se analizará en el siguiente punto, las temperaturas mínimas medias fueron superiores en este mes con respecto al promedio histórico, se vio favorecido el crecimiento de la parte aérea. Además, hay que considerar que la fecha de

siembra es temprana (principios de marzo) por lo cual la pastura tiene alrededor de 70 días de sembrada a mediados de mayo y la misma se encuentra en activo crecimiento. Por lo tanto, al momento de la primera medición se encontraba una situación de elevado crecimiento acumulado y alto grado de desarrollo en las especies sembradas (ver anexo No. 1).

#### 4.1.2 Temperatura

En el siguiente gráfico se puede observar las temperaturas promedio (medias, máximas y mínimas) tomadas en abrigo meteorológico, del período de evaluación (2017) y de la serie histórica 1961-1990 (INUMET, s.f.).

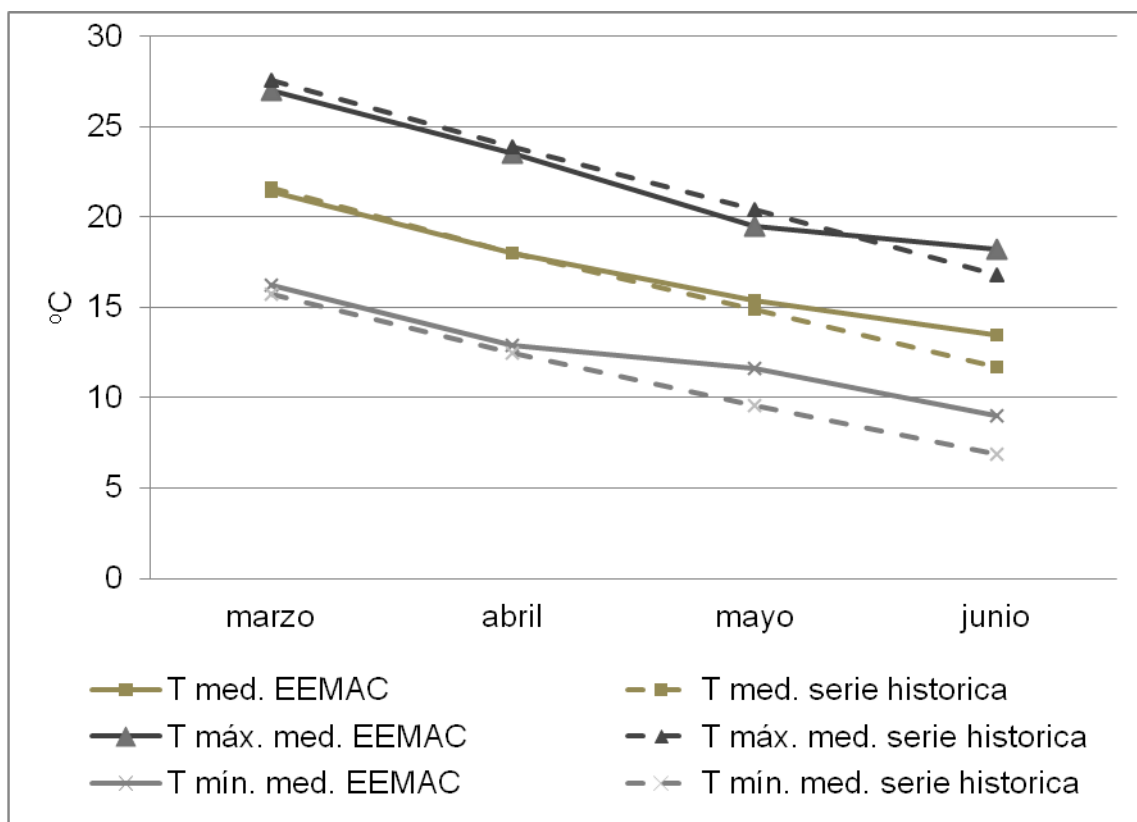


Gráfico 2. Temperaturas medias, máximas medias y mínimas medias.  
Fuente: elaborado en base a datos de la EEMAC y INUMET.

En cuanto a las temperaturas medias, como se puede observar en el gráfico anterior estas fueron muy similares a la media histórica, excepto en el mes de junio, la cual es superior al promedio histórico (13,7 °C frente a 11,7 °C). Lo cual indicaría que el crecimiento de la pastura se vio especialmente favorecido en este último mes, aun así estuvo por debajo del óptimo para el desarrollo de las especies C<sub>3</sub> como ser festuca, dactylis, trébol blanco, lotus, el

cual se ubica en un rango de 15 a 20 °C (Carámbula et al., 1994). Dado a que se realizó una siembra temprana y las temperaturas fueron favorables para el crecimiento de la pastura, estando durante los meses de marzo, abril y mayo dentro del rango óptimo de crecimiento de las especies mencionadas, esto afecta positivamente la precocidad de las mezclas.

De acuerdo a lo expresado por Carámbula (2010b), especies como la alfalfa (ciclo estival) se ven favorecidas por siembras tempranas y con mayor temperatura, mientras que los tréboles y festuca se comportan mejor con siembras ya entrado el otoño y con menores temperaturas, por lo cual se espera que la alfalfa se viera favorecida en este caso en detrimento del trébol rojo y festuca. Por otro lado, Mc. William et al., citados por Silveira (2005), también afirman que el rango de temperaturas óptimas para leguminosas perennes está entre 15 y 20 °C y un rango entre 5 y 30 °C no son limitantes para la germinación de las mismas, por lo tanto, se concluye que no se vio afectado por temperaturas la germinación de las leguminosas. Al mismo tiempo, según Sato (1971) a temperaturas de 25/20 °C (temperatura diurna y nocturna, respectivamente) el crecimiento de la planta es óptimo en alfalfa, por lo cual el crecimiento de esta es óptimo en el mes de marzo.

En lo que respecta a las temperaturas máximas medias hay una tendencia a estar por debajo del promedio histórico, excepto en el mes de junio en la cual esta situación se invierte. Sin embargo, la temperatura máxima media de este mes se encuentra dentro del rango óptimo de crecimiento (15-20 °C) por lo que el crecimiento no se ve afectado.

Por último, las temperaturas mínimas medias son mayores frente al promedio histórico para los meses de mayo y junio (11,6 °C y 9 °C frente a 9,6 °C y 6,9 °C, respectivamente) siendo similares para los otros meses. Lo cual, en línea con lo expresado para el caso de las temperaturas medias, favorece el crecimiento y aumenta la precocidad de la mezcla.

## 4.2 VARIABLES EVALUADAS

### 4.2.1 Gramíneas

#### 4.2.1.1 Porcentaje de implantación

- Peso mil semillas

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el laboratorio de la EEMAC en cuanto al PMS y % de germinación a los 4 y 7 días para las gramíneas, los cuales se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Peso de mil semillas y porcentaje de germinación a los 4 y 7 días según especie.

Especie	PMS (g)	% germ. (4 días)	% germ. (7 días)
<i>Festuca arundinacea</i>	2,16	85,3	89,0
<i>Lolium perenne</i>	4,53	88,0	89,7

En cuanto al peso de mil semillas para el caso de *Festuca arundinacea* fue de 2,16 gramos, muy similar al mencionado por Formoso (2007a) siendo de 2,2 gramos. Por otro lado, el encontrado para *Lolium perenne* fue de 4,53 gramos, siendo marcadamente superior al mencionado por García, citado por Perrachón (2013) siendo de 2,2 gramos. Cabe destacar que, siendo la semilla utilizada de *Lolium perenne* de origen neozelandés es esperable que posea un mayor PMS frente a la referencia citada ya que esta refiere a la producida en Argentina. Según Carámbula (2010a), en las gramíneas hay una muy estrecha relación entre el peso de mil semillas y la extensión del coleóptile, lo que asegura la emergencia rápida de dichas forrajeras y les brinda mayores posibilidades tanto para enfrentar siembras a mayor profundidad como para emerger con mayor facilidad en suelos encostrados. Según Carámbula (2010a), semillas más pesadas dentro del mismo lote le confieren a las plantas mayores probabilidades de enfrentar con éxito condiciones ambientales desfavorables, aumentando la capacidad para alcanzar un establecimiento exitoso. Según Scott y Hampton (1985), en raigrás anual se observa un incremento en el largo del coleóptile al aumentar el peso de mil semillas dado un mayor nivel de reservas en el endosperma.

En función de lo expuesto anteriormente se espera que, en el caso de las plántulas de *Lolium perenne* presentaran un mayor nivel de reservas en el endosperma debido al mayor PMS. Por lo tanto, un mayor largo de coleóptile, una emergencia más rápida, mayor vigor inicial y mayor capacidad de

competencia frente a malezas y la leguminosa acompañante, lo cual favorecería su implantación.

En cuanto al porcentaje de germinación el mismo es elevado para ambas especies posicionándose al menos en 85 % desde los 4 días, sin mayores diferencias entre ambas especies. Para *Festuca arundinacea* el % de germinación a los 7 días es de 89, el cual es superior a los estándares específicos propuestos por INASE (75%), mientras que para *Lolium perenne* el % de germinación a los 7 días es de 89,7 siendo también superior al exigido por INASE (80%, *Lolium spp.*).

Dado el % de germinación obtenido el cual es elevado, no sería una limitante en el número de semillas viables por metro cuadrado de estas especies, sin poder asegurarlo debido a que la metodología utilizada para obtener germinación en el presente estudio no se ajusta al protocolo de las normas ISTA utilizadas en los análisis de semillas realizados por INASE.

Estos resultados difieren de los encontrados por Brock et al. (1982), los cuales fueron de 51 y 73 % para *Lolium perenne* y, 6 y 52 % para *Festuca arundinacea* a los 4 y 8 días, respectivamente.

Por otra parte, Brock et al. (1982) menciona en cuanto a la movilización de las reservas, el raigrás es el que más rápidamente moviliza sus reservas. En un ensayo este autor encontró que el raigrás perenne a los 10 días de emergencia había utilizado el 47 % de sus reservas endospérmicas, mientras que la festuca un 14 %, lo que determinó que el raigrás creciera más rápidamente. Por lo cual sería esperable una germinación más lenta en festuca que en raigrás perenne, lo cual no se observa en función de los datos obtenidos.

- Número de semillas viables

Con los resultados previamente mencionados y la densidad de siembra utilizada para estas especies se calculó el número de semillas viables por metro cuadrado, los cuales se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Número de semillas viables por metro cuadrado según especie.

Especie	No. semillas viables/m <sup>2</sup>
<i>Festuca arundinacea</i>	618
<i>Lolium perenne</i>	396

Como se puede observar el número de semillas viables/m<sup>2</sup> es marcadamente superior en *Festuca arundinacea* frente a *Lolium perenne*, siendo 156% superior en festuca respecto a raigrás perenne.

Comparado con los resultados obtenidos por Berasain et al. (2015) son superiores, en el caso de festuca, a los obtenidos en este experimento siendo 1032 semillas viables/m<sup>2</sup> (con 2,0 g de PMS) frente a las 618 obtenidas en este caso. Cabe considerar que en el caso de estos autores la densidad de siembra fue de 25kg/ha frente a los 15 kg/ha utilizados en este experimento.

Por otra parte, para el caso de raigrás perenne el número de semillas viables/m<sup>2</sup> obtenido es marcadamente inferior al observado en Blanco (2008), el cual es de 730 semillas viables/m<sup>2</sup>, cabe destacar que en este último el peso de mil semillas fue de 2,4 g, frente a los 4,53 g obtenidos en este caso. En el caso de este autor la densidad de siembra utilizada fue la misma (20 kg/ha).

- Número de macollos, por metro cuadrado y por planta

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cuanto a número de macollos/m<sup>2</sup> y por planta para cada una de las gramíneas.

Cuadro 8. Número de macollos, por metro cuadrado y por planta según especie.

Especie	No. de macollos/m <sup>2</sup>	No. de macollos/planta
<i>Festuca arundinacea</i>	1664 A	12,3 A
<i>Lolium perenne</i>	1414 B	11,5 B

\*Dentro de columnas letras diferentes significan diferencias significativas al 10%.

A partir de estos resultados se observa una diferencia significativa entre especies para ambas variables. En el caso de macollos/m<sup>2</sup> existe una superioridad de *Festuca arundinacea* sobre *Lolium perenne*, siendo 18% superior. De la misma forma, la variable macollos/planta en el promedio de las fechas, es significativamente superior para *Festuca arundinacea* frente a *Lolium perenne*, en este caso 7% superior.

Esto puede deberse a que *Lolium perenne* presentó un mayor vigor inicial que *Festuca arundinacea*, por lo que posee un crecimiento de la parte aérea más precoz. La primera medición se realizó a los 75 dps., por lo cual la interceptación de la luz es alta y provocó una reducción del macollaje, dada la calidad de la luz en los estratos inferiores (rel. R/RL). Dado el mayor vigor inicial del raigrás perenne, la interceptación de la luz es alta en etapas más tempranas, por lo que la reducción del macollaje se da previamente comparado con festuca, esta última presentó un vigor inicial menor y un crecimiento más lento en la parte aérea, por lo que el macollaje es más prolongado, lográndose de

esta manera un mayor número de macollos por planta. Lo cual está en línea con lo expresado por Deregibus et al. (1985), quienes expresan que ante una reducción de la intensidad de la luz de la zona del rojo en los estratos bajos provoca una reducción del macollaje, y esta reducción se daría más tempranamente en las especies de mayor vigor inicial.

Dado que los componentes del número de macollos/m<sup>2</sup> son: número de plantas/m<sup>2</sup> y número de macollos por planta, y que el número de plantas/m<sup>2</sup>, como se verá más adelante, es significativamente superior para festuca; el número de macollos/m<sup>2</sup> es dable que sea superior.

En el siguiente cuadro se presenta la evolución de las mismas variables, pero en este caso por fecha.

Cuadro 9. Número de macollos/m<sup>2</sup> y número de macollos/planta de gramíneas perennes, por fecha.

Fecha	No. de macollos/m <sup>2</sup>	No. de macollos/planta
1	1359,31 B	9,25 D
2	1472,94 AB	10,88 C
3	1664,81 A	13,13 B
4	1658,38 A	14,38 A

\*Dentro de columnas letras diferentes significan diferencias significativas al 10%.

En función de estos resultados se observa que existen diferencias significativas entre fechas para ambas variables. Para el número de macollos/m<sup>2</sup>, aumenta con el tiempo, siendo la fecha 1 (75dps.) significativamente inferior a las fechas 3 y 4 (89 y 96 dps., respectivamente). Por otro lado, no existen diferencias significativas entre las fechas 2 (82 dps.), 3 y 4. En cambio para el número de macollos por planta existen diferencias significativas entre cada fecha, aumentando en función del tiempo.

Al mismo tiempo, se observa que la tasa de macollaje desciende entre la fecha 3 y 4 frente a la observada entre la fecha 2 y 3 (9,5 y 20,7 % de evolución, respectivamente), lo cual estaría explicando la estabilización en el número de macollos por metro cuadrado, debido a que hasta la fecha 3 el descenso del número de plantas por metro cuadrado estaba siendo más que compensado por un aumento en el número de macollos por planta.

- Número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de implantación

En el siguiente cuadro se presentan el número de plantas por metro cuadrado y el porcentaje de implantación por especie.



Cuadro 10. Número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de implantación según especie.

Especie	No. de plantas/m <sup>2</sup>	Porcentaje de implantación
<i>Festuca arundinacea</i>	143,7 A	23,25 B
<i>Lolium perenne</i>	132,9 B	33,50 A

\*Dentro de columnas letras diferentes significan diferencias significativas al 10%.

Se observa que existen diferencias significativas para ambas variables, aunque con resultados inversos. Ya que aunque el número de plantas por metro cuadrado de festuca es significativamente superior que en raigrás perenne, el porcentaje de implantación es significativamente superior en este último. Esto puede ser explicado debido a que por el elevado PMS (4,53 g) de raigrás perenne, el número de semillas sembradas por metro cuadrado es marcadamente inferior para esta especie frente a festuca, aun cuando se sembraron más kilos por hectárea (20 vs. 15 kg/ha). Por lo que a igual porcentaje de implantación siempre se obtendrían menor número de plantas por metro cuadrado en *Lolium perenne* comparado con *Festuca arundinacea*.

El mayor porcentaje de implantación de raigrás perenne frente a festuca puede ser también explicado por el mayor vigor inicial de esta especie. Según Muslera y Ratera (1984), este sería el que se comportaría mejor frente a las demás especies, puesto que es una especie que posee un sistema radicular denso y con raíces de poco diámetro lo que le permite una mayor exploración del suelo, con una mejor absorción de agua y nutrientes, por lo tanto, es esperable que el porcentaje de implantación de esta especie sea mayor frente a festuca. Por otro lado, al presentar menor número de semillas sembradas por metro cuadrado a una misma distancia entre hileras, existe una menor competencia en la fila, ya que la distancia entre semillas es mayor. Además, se puede tener en cuenta que según Carámbula (2010b) la festuca se comporta mejor en siembras con menor temperatura ya en pleno otoño.

Cuadro 11. Número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de implantación de gramíneas perennes, por fecha.

Fecha	No. de plantas/m <sup>2</sup>	Porcentaje de implantación
1	154,50 A	31,88 A
2	142,75 AB	29,13 AB
3	134,63 BC	27,63 BC
4	121,38 C	24,88 C

\*Dentro de columnas letras diferentes significan diferencias significativas al 10%.

Como se puede observar en el cuadro existen diferencias significativas para ambas variables entre fechas. En cuanto al número de plantas por metro

cuadrado disminuye con las sucesivas mediciones, existiendo un mayor stand de plantas en la fecha 1 frente a la 3 y 4, no existiendo diferencias significativas entre estas últimas. Al mismo tiempo no existen diferencias significativas entre la fecha 1 y 2. El descenso entre la fecha 1 y 4 es de 21 %. Por otra parte, el porcentaje de implantación presenta tasa de descenso del 22 %. Este último resultado es similar al obtenido por Berasain et al. (2015) donde las gramíneas presentaron entre los 60 y 90 días una caída del 26 %. Esto podría deberse a la competencia en la línea de las gramíneas, causada por siembras con distancia entre hileras de 15 a 18 cm (en este caso 19 cm). Lo cual puede generar el sombreado de las especies como el dactylis y festuca (Langer, 1981).

Cabe destacar que el porcentaje de implantación de *Lolium perenne* evoluciona de 38 a 29,4 %, mientras que para *Festuca arundinacea* de 25,8 a 20,4 %, a los 75 y 96 dps., respectivamente.

Los resultados obtenidos en cuanto a % de implantación a los 75 dps. en festuca son inferiores a los reportados por Formoso (2007a), que a los 68 dps. obtuvo valores promedio de 57 % para 9 mm de profundidad de siembra, con un PMS promedio de 2,22 g. Por otro lado, Blanco (2008) obtuvo para festuca en siembras de abril un promedio de 16,4 % a los 77 dps., el cual es inferior al obtenido en este experimento.

Blanco (2008) obtuvo para raigrás perenne un promedio de 28,1 %, el cual es similar al obtenido en este experimento. Mientras que Berasain et al. (2015) encontraron un promedio de 44,2 % a los 90 dps., el cual es superior al obtenido en el presente estudio.

La implantación promedio de las gramíneas reportada por Brito del Pino et al. (2008), en festuca y dactylis es promedialmente de 35 % a los 90 dps., el cual es superior al encontrado en el presente experimento (24,88 %). Por otro lado, Gomes de Freitas y Klaassen (2011) obtuvieron un 47 % de implantación a los 90 dps. para siembras de mayo, en festuca y dactylis.

Por otra parte, el número de plantas por metro cuadrado obtenido en la primera medición fue de 159 y 150 plantas/m<sup>2</sup> para *Festuca arundinacea* y *Lolium perenne*, respectivamente. Según Castaño, citado por Berasain et al. (2015) para determinar la densidad de siembra de cada especie hay que tener en cuenta el número de plantas objetivos a la que se pretende lograr para una correcta producción, para esto el mismo autor sugiere que el número adecuado de plantas para leguminosas en mezclas es de 100-150 plantas/m<sup>2</sup> y para gramíneas en mezclas 150-200 plantas/m<sup>2</sup>. En este experimento se observó que el número de plantas por metro cuadrado es significativamente inferior al recomendado, obteniéndose un promedio de 121 plantas/m<sup>2</sup> a los 96 dps.,

siendo de 126 plantas/m<sup>2</sup> y 116,8 plantas/m<sup>2</sup> para *Festuca arundinacea* y *Lolium perenne*, respectivamente.

#### 4.2.1.2 Número de hojas verdaderas completamente desarrolladas

En cuanto al número de hojas completamente desarrolladas para cada gramínea, como se observa en el cuadro siguiente existen diferencias significativas entre especies para esta variable, siendo superior en *Festuca arundinacea* aunque con una diferencia mínima frente a *Lolium perenne*.

Cuadro 12. Número de hojas completamente desarrolladas según especie.

Especie	Número de hojas
<i>Festuca arundinacea</i>	2,75 A
<i>Lolium perenne</i>	2,72 B

\*Letras diferentes significan diferencias significativas al 10%.

Una posible explicación para esto sería que: al haber realizado la primera medición a los 75 dps. y dadas las condiciones ambientales imperantes (temperaturas favorables para el crecimiento de la pastura), el estado de desarrollo de esta sea tal que no se exprese la superioridad del *Lolium perenne* (por su mayor vigor inicial) en relación a *Festuca arundinacea*. Se esperaría un mayor número de hojas completamente desarrolladas en raigrás perenne frente a festuca si se hubiera realizado la primera medición con mayor anterioridad (alrededor de 30 dps.), logrando captar así las diferencias entre especies en el crecimiento inicial y el efecto del mayor PMS en *Lolium perenne*.

En lo que respecta a la evolución del número de hojas completamente desarrolladas de gramíneas por fecha, existen diferencias significativas entre todas las fechas, observándose un aumento en el transcurso de las mediciones alcanzando un nivel de 2,95 hojas en la cuarta fecha (96 dps.).

Cuadro 13. Número de hojas completamente desarrolladas de gramíneas según fecha.

Fecha	Número de hojas
1	2,49 D
2	2,65 C
3	2,85 B
4	2,95 A

\*Letras diferentes significan diferencias significativas al 10%.

Teniendo en cuenta que el óptimo para ingreso al pastoreo es de 3 hojas por macollo en el caso de las gramíneas, se estaría alcanzando en el

promedio de las parcelas el momento óptimo para el ingreso a pastoreo en la cuarta medición. Esto se reafirma con lo expresado por Fulkerson y Donaghy (2001) los cuales afirman que el intervalo máximo entre pastoreos debe ser de 3 hojas de rebrote. En el caso del presente experimento se realizó un pastoreo de 10 días ingresando posteriormente a la fecha 3 en el bloque 1 (potrero 32b).

#### 4.2.1.3 Relación parte aérea/raíz

En cuanto a la relación parte aérea/raíz, como se puede observar tanto en el siguiente gráfico como en el cuadro 14, existe una superioridad numérica en cuanto al peso de la parte aérea y raíz de *Lolium perenne* frente a *Festuca arundinacea*, aunque sin diferencias significativas entre las 2 especies para ambas variables.

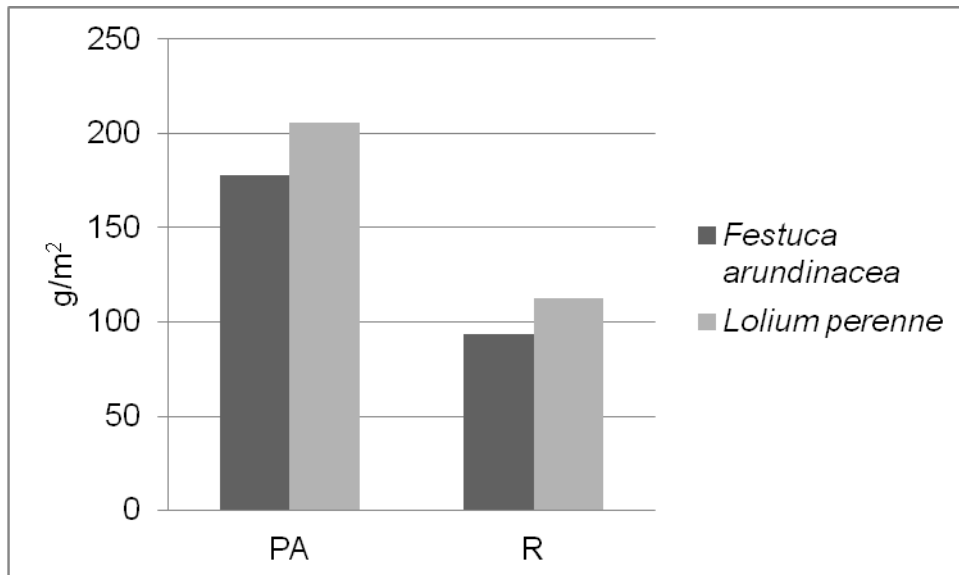


Gráfico 3. Peso de parte aérea y raíz a los 96 dps. según especie.

Una posible explicación para este resultado es considerar que el raigrás perenne es más vigoroso en comparación con festuca, entonces presenta un mayor crecimiento y mayor peso seco aéreo y radicular. Al mismo tiempo que especies perennes de mayor persistencia, como festuca, tienen una menor relación parte aérea/raíz puesto que particionan más los carbohidratos producto de la fotosíntesis hacia la raíz (Berasain et al., 2015).

Los resultados obtenidos en festuca son superiores a los encontrados por Gomes de Freitas y Klaassen (2011), para siembra de 17 de mayo, los mismos obtuvieron para la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus valores de parte aérea de 109 y 44 g/m<sup>2</sup> en cuanto a biomasa radicular. En cuanto a esto, Robson (1972) expresa que en esta especie la tasa de aparición de hojas se

duplica, junto con un significativo aumento de la tasa de expansión de estas que genera que se duplique la longitud de la lámina, al pasar de 10 a 25 °C. Siendo esta última la temperatura óptima de crecimiento reportada por este mismo autor, para festuca. Lo cual explicaría los resultados obtenidos en cuanto a peso de parte aérea comparados con los reportados por Gomes de Freitas y Klaassen (2011), dadas las condiciones de temperatura del periodo de evaluación del presente experimento y que fueran comentadas anteriormente.

Por otra parte, Berasain et al. (2015), obtuvieron para la mezcla de raigrás perenne y trébol rojo, valores de peso de parte aérea y raíz de 152 y 90 g/m<sup>2</sup>, respectivamente. Estos resultados son inferiores a los encontrados en el presente experimento.

Cuadro 14. Peso de parte aérea, raíz y relación parte aérea/raíz según especie.

Especie	PA (g/m <sup>2</sup> )	R (g/m <sup>2</sup> )	PA/R
<i>Festuca arundinacea</i>	177,63	93,32	1,92
<i>Lolium perenne</i>	205,42	112,77	1,83

Por otra parte, en cuanto a la relación PA/R esta es muy similar entre especies y cercana a 2 para ambos casos. Estos resultados difieren de los encontrados por Berasain et al. (2015), los cuales fueron de 1,16 para la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, y 1,69 para la mezcla de raigrás perenne y trébol rojo; siendo superiores en ambos casos los obtenidos en el presente estudio. Una posible explicación para esta superioridad podría estar asociada con las condiciones ambientales anteriormente mencionadas (régimen de temperaturas), viéndose favorecido el crecimiento de la parte aérea en detrimento del de las raíces (ver anexo No. 2). Al mismo tiempo la fecha de siembra utilizada por estos autores (10 de mayo) influye negativamente sobre sus resultados, ya que la población de plántulas en siembras tardías es menor y estas son más débiles (Carámbula, 2010b). La influencia de la temperatura sobre el crecimiento de la parte aérea se ve expresada en lo expuesto por Peacock (1976), quien indica que el aumento de la temperatura produce incrementos en la tasa de expansión foliar de estas especies y en el número de hojas por macollo, por lo que aumentaría el peso de los macollos, aumentando así el peso de la parte aérea, aumentando la relación PA/R.

Además, esto se ve afirmado por los resultados obtenidos en esta última variable comparando con Berasain et al. (2015), ya que para siembras de mayo en un ambiente de menores temperaturas obtuvieron relaciones PA/R menores a los obtenidos en el presente estudio.

## 4.2.2 Leguminosas

### 4.2.2.1 Porcentaje de implantación

- Peso mil semillas

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el laboratorio de la EEMAC en cuanto al PMS y % de germinación a los 4 y 7 días para las leguminosas, los cuales se observan en el siguiente cuadro.

Cuadro 15. Peso de mil semillas y porcentaje de germinación a los 4 y 7 días según especie.

Especie	PMS (g)	% germ. (4 días)	% germ. (7 días)
<i>Medicago sativa</i>	2,18	70,3	70,7
<i>Trifolium pratense</i>	1,47	78,7	79,7

En cuanto al PMS, según datos de Lorenzetti (1993) el peso de mil semillas de *Trifolium pratense* es de 1,6 gramos y para *Medicago sativa* es de 2 gramos. En función de esto se observó que los resultados obtenidos son similares a los reportados por este autor, siendo un 10 % superior el obtenido para alfalfa y un 8 % inferior para trébol rojo.

En las leguminosas el peso de mil semillas está ligado fuertemente con el desarrollo de la radícula y por lo tanto con el anclaje temprano de sus plántulas. Al mismo tiempo, la superficie cotiledonaria, la velocidad de expansión de las primeras hojas, el nivel de reservas seminales y la velocidad de utilización de estas afectan la emergencia de la plántula. Por lo tanto, a mayor PMS mayor superficie cotiledonaria (Carámbula, 2010a). En cuanto a los atributos que les confieren a las plántulas de cada especie un mayor PMS, son los mismos que los expresados anteriormente para las gramíneas.

Carámbula (2010a) señala que lotus y alfalfa necesitan más temperatura que los tréboles para germinar. Los límites inferiores de las temperaturas afectan más a las leguminosas de ciclo estival como alfalfa y lotus mientras que las anuales invernales y los tréboles son capaces de germinar aun con bajas temperaturas.

En cuanto al porcentaje de germinación, el mismo es menor al encontrado para las gramíneas, existiendo diferencias entre ambas leguminosas, con superioridad por parte del *Trifolium pratense*. Para *Medicago sativa* el porcentaje de germinación a los 7 días es de 70,7 %, el cual es inferior a los estándares específicos propuestos por INASE (80%). Por lo tanto, se

espera que exista una probabilidad de que el número de semillas viables por metro cuadrado de *Medicago sativa* se vea reducido por el menor % de germinación, sin poder asegurarlo debido a que la metodología utilizada para obtener germinación en el presente estudio no se ajusta al protocolo de las normas ISTA utilizadas en los análisis de semillas realizados por INASE.

- Número de semillas viables

Con los resultados previamente mencionados y la densidad de siembra utilizada para estas especies se calculó el número de semillas viables por metro cuadrado, los cuales se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 16. Número de semillas viables por metro cuadrado según especie.

Especie	No. de semillas viables/m <sup>2</sup>
<i>Medicago sativa</i>	389
<i>Trifolium pratense</i>	325

Como se puede observar el número de semillas viables/m<sup>2</sup> es algo superior en *Medicago sativa* frente a *Trifolium pratense*, siendo 20% superior en alfalfa respecto a trébol rojo.

Para el caso del trébol rojo, comparado con el resultado obtenido por Berasain et al. (2015), es superior el obtenido el presente experimento (325 semillas viables/m<sup>2</sup>) frente a las 286 semillas viables/m<sup>2</sup> obtenidas en el caso de estos autores. Cabe considerar que en el caso de estos la densidad de siembra fue de 5 kg/ha frente a los 6 kg/ha utilizados en este experimento. Mientras que para alfalfa el obtenido en este experimento es inferior al reportado por Gomes de Freitas y Klaassen (2011), el cual es de 542 semillas viables/m<sup>2</sup>, con un % de germinación del 90 %, y un PMS de 2,0 g, utilizando la misma densidad de siembra (12 kg/ha).

- Número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de implantación

En siguiente cuadro se presentan el número de plantas por metro cuadrado y el porcentaje de implantación por especie.

Cuadro 17. Número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de implantación según especie.

Especie	No. de plantas/m <sup>2</sup>	Porcentaje de implantación
<i>Medicago sativa</i>	67,9 A	17,41 A
<i>Trifolium pratense</i>	13,7 B	4,16 B

\*Dentro de columnas letras diferentes significan diferencias significativas al 10%.

En cuanto a estas variables existen diferencias significativas entre leguminosas, siendo superior *Medicago sativa* tanto en número de plantas por metro cuadrado como en el porcentaje de implantación frente a *Trifolium pratense*. Una posible explicación para esto sería que esta última especie hubiera sufrido mayor competencia por parte de la gramínea acompañante, la cual presenta mayor vigor inicial (*Lolium perenne*).

Dadas las precipitaciones ocurridas alrededor de la fecha de siembra, como fue comentado en el capítulo de caracterización climática, se espera haya ocurrido arrastre de semillas de las leguminosas, las cuales fueron sembradas al voleo en superficie. Esto se encuentra en línea con lo expresado por Brito del Pino et al. (2008) en cuanto a que las lluvias en épocas tempranas y medias afectaron la implantación, ya sea por arrastre en leguminosas o por exceso de agua y que la semilla quede sin oxígeno. Al mismo tiempo, dadas las precipitaciones ocurridas durante el periodo de barbecho, el suelo a siembra se encontraba saturado existiendo encostramiento, por lo cual la capacidad de infiltración del suelo se vio reducida, aumentando el escurrimiento y por ende el arrastre de semilla.

Además, los resultados pueden ser explicados por la existencia de periodos de excesos hídricos en los días en torno a la siembra lo cual favorecería la ocurrencia de enfermedades de implantación. Según Pérez et al., citados por Moliterno (2000) los patógenos de implantación afectan en los estados de pre y post emergencia temprana siendo favorecido por suelos con excesos hídricos.

Es probable que exista un problema de encostramiento debido a las precipitaciones ocurridas durante el periodo de barbecho y cercano a la siembra. Afectando a nivel de los primeros centímetros del suelo disminuyendo la capacidad de infiltración y aumentando el riesgo de deficiencia de oxígeno (Formoso, 2007b). Esto según lo expresado por este mismo autor, reduciría en forma significativa las áreas cubiertas por alfalfa y trébol rojo, siendo la primera la más afectada. Al mismo tiempo las condiciones del suelo a la siembra (saturación por precipitaciones previo a la misma) provocarían, según este mismo autor, reducciones en el área cubierta por alfalfa debido a los efectos compactadores por tránsito de maquinaria, lo cual explicaría los bajos resultados obtenidos en número de plantas y porcentaje de implantación.

Por otra parte, al estar realizándose una siembra de pasturas mezclas gramínea-leguminosa es correcto realizar la siembra del componente gramínea en la línea mientras que la leguminosa se siembren al voleo, tal cual afirma Carámbula (2010b) en cuanto al requerimiento para las gramíneas perennes y que las leguminosas se siembran al voleo en las praderas mixtas, para evitar



excesiva competencia en la fila, y considerando que además las leguminosas resisten en mejor medida la siembra al voleo. Esto último está en línea con los resultados obtenidos por Formoso (2007a) para porcentajes de implantación en lotus y festuca como se observa en el cuadro 4.

No es significativo el efecto de la fecha para el promedio de las leguminosas como tampoco es significativa la interacción fecha\*tratamiento, para ninguna de las dos variables. Esto podría ser explicado debido a que la primera medición se realizó a los 75 dps. y, como se verá más adelante, el número de hojas completamente desarrolladas en el promedio de las leguminosas para la fecha 1 fue de 3,02, por lo tanto, se considera que ya culminó el periodo de implantación.

Cabe destacar que el porcentaje de implantación de *Medicago sativa* evoluciona de 18 a 15,75 % (69,3 a 61,25 plantas/m<sup>2</sup>), mientras que para *Trifolium pratense* de 4,5 a 3,25 % (14,5 a 12,75 plantas/m<sup>2</sup>), a los 76 y 96 dps., respectivamente. Se observa que existe una leve variación en el porcentaje de implantación entre fechas para ambas especies.

Comparando con Berasain et al. (2015), los cuales obtuvieron 14 % de implantación para alfalfa en siembras de mayo (73 plantas/m<sup>2</sup>) a los 90 dps., el porcentaje de implantación obtenido en este experimento es 12,5 % superior (15,75 %) y se encontraron 61,25 plantas/m<sup>2</sup> (16 % inferior), a los 96 dps. Mientras que para Gomes de Freitas y Klaassen (2011), el número de plantas obtenido fue 218 plantas/m<sup>2</sup> y 37 % de implantación en el promedio de siembras de mayo y junio 90 dps.

Acle y Clement (2004) mencionan que en su experimento la alfalfa, obtuvo el mayor porcentaje de implantación con un 67 %, el cual es marcadamente superior al registrado en el presente estudio. Cabe destacar que en el caso de estos autores la siembra de la misma fue realizada en línea. Esto confirma la importancia que tiene el método de siembra, el cual debería ser en línea y no al voleo como se realizó en este caso. Al mismo tiempo, Brasetti y Verdier (1996) afirman que la alfalfa necesita un íntimo contacto con el suelo y un buen control de la profundidad de siembra (no mayor a 2,5 cm).

Comparando con los resultados obtenidos por Berasain et al. (2015) en trébol rojo para siembras de mayo, obtuvieron un porcentaje de implantación de 31,5 % a los 90 dps. y 90 plantas/m<sup>2</sup>. Estos son marcadamente superiores a los encontrados en este experimento (3,25 % de implantación y 12,75 plantas/m<sup>2</sup> a los 96 dps.). Por otra parte, Formoso (2007a) encontró resultados mayores de implantación para esta especie con 40 y 74 % para suelo descubierto y con cobertura de rastrojo, respectivamente, y sembrada sobre el suelo. Al mismo

tiempo este autor señala que las leguminosas no se ven muy afectadas en la siembra en cobertura cuando hay rastrojo en superficie. Por lo cual sería esperable una menor implantación de esta especie en casos en que la cobertura por rastrojo sea muy baja o nula, siendo relevante destacar que esta situación se observó en dos de los cuatro bloques que componen el experimento (bloque 1 y 2, potrero 32b, ver anexo No. 3). Al mismo tiempo, el bajo porcentaje de establecimiento de plántulas obtenido en trébol rojo no concuerda con lo expresado por Ayala et al. (2010), los cuales mencionan que esta especie presenta alto porcentaje de implantación debido al alto vigor inicial de su semilla.

#### 4.2.2.2 Número de hojas verdaderas completamente desarrolladas

El número de hojas completamente desarrolladas para cada leguminosa se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 18. Número de hojas completamente desarrolladas según especie.

Especie	Número de hojas
<i>Medicago sativa</i>	3,63 A
<i>Trifolium pratense</i>	3,31 B

\*Letras diferentes significan diferencias significativas al 10%.

En lo que respecta a esta variable se observa que existen diferencias significativas entre especies, siendo superior el número de hojas completamente desarrolladas para el caso de *Medicago sativa* frente a *Trifolium pratense*. Esto podría ser explicado por lo que afirman Berasain et al. (2015) en cuanto a que alfalfa tiene mayor desarrollo que las otras leguminosas, ya que posee un mayor peso de semilla y mayor vigor inicial.

Estos resultados son superiores a los obtenidos por Berasain et al. (2015) los cuales para siembras de mayo en el promedio de los 60 y 90 dps. son de 3,2 y 3,05 para *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, respectivamente. Esto podría ser explicado dadas las condiciones ambientales del año en particular en cuanto al régimen térmico, ya que las mayores temperaturas durante el periodo de evaluación frente al promedio histórico favorecen el crecimiento de la parte aérea y por tanto aumenta el grado de desarrollo.

En cuanto a la evolución del número de hojas completamente desarrolladas por fecha para el promedio de las leguminosas, se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 19. Número de hojas completamente desarrolladas de leguminosas, por fecha.

Fecha	Número de hojas
1	3,02 C
2	3,43 B
3	3,62 AB
4	3,80 A

\*Letras diferentes significan diferencias significativas al 10%.

Con respecto a dicha variable se destaca que existen diferencias significativas entre fechas, evolucionando de 3,02 en la fecha 1 hasta 3,80 para la fecha 4. No existiendo diferencias significativas entre las fechas 2 y 3, y 3 y 4. Por lo tanto el mayor aumento en el número de hojas se observó entre la fecha 1 y 2, conjuntamente a esto se destaca que se inicia el periodo de evaluación con un número elevado de hojas (3,02). Lo cual puede ser explicado en cuanto a que la primera fecha de medición se realiza a los 75 dps., a diferencia de los resultados obtenidos por Berasain et al. (2015), los cuales para los 30 dps. son de 1,4 y 1 para *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, respectivamente. Sería esperable que si se realizan las mediciones con menor distancia temporal frente a la fecha de siembra (o sea más temprano frente a los 75 dps. correspondientes a este experimento), se habría encontrado un nivel de desarrollo similar al de estos autores. Estos mismos destacan que entre los 60 y 90 dps. se observó un enlentecimiento en cuanto al desarrollo, manteniéndose entre tres y cuatro hojas, lo cual también se observó en el presente estudio.

#### 4.2.2.3 Relación parte aérea/raíz

En cuanto a la relación parte aérea/raíz, se presentan los resultados obtenidos en el siguiente cuadro.

Cuadro 20. Peso de parte aérea, raíz y relación parte aérea/raíz según especie.

Especie	PA (g/m <sup>2</sup> )	R (g/m <sup>2</sup> )	PA/R
<i>Medicago sativa</i>	59,54 A	26,23 A	2,44
<i>Trifolium pratense</i>	23,78 B	7,56 B	3,78

\*Dentro de columnas letras diferentes significan diferencias significativas al 10%.

Como se puede observar, para las variables peso de parte aérea y raíz, el efecto de la especie sobre estas es significativo. Mientras que para la relación PA/R no es significativo el modelo estadístico. Para las primeras dos variables existen diferencias significativas entre especies, siendo en ambos casos superior *Medicago sativa* frente a *Trifolium pratense* (1,5 y 2,5 veces superior, respectivamente).

Este mayor crecimiento de la parte aérea y raíz por parte de la alfalfa podría ser explicado por lo que afirman Berasain et al. (2015) en cuanto a que alfalfa tiene mayor desarrollo que las otras leguminosas, ya que posee un mayor peso de semilla y por tanto un mayor vigor inicial y por ende un mayor desarrollo.

Esto también podría ser explicado dadas las condiciones ambientales del año en particular en cuanto al régimen térmico, ya que las mayores temperaturas durante el periodo de evaluación frente al promedio histórico favorecen el crecimiento de la parte aérea, fundamentalmente de la alfalfa que es una leguminosa de ciclo estival. Tal como lo menciona Carámbula (2010b) en cuanto a que especies como la alfalfa se comportan mejor en siembras tempranas de otoño con más temperatura y menor humedad, mientras que los tréboles y festuca se comportan mejor en siembras con menor temperatura y mayor humedad ya en pleno otoño. En la misma línea se encuentran los resultados obtenidos por Sato (1971) quien para esta especie encontró que el óptimo de crecimiento en cuanto a temperatura diurna y nocturna sería de 25 y 20 °C, respectivamente.

Por otra parte los resultados obtenidos por Berasain et al. (2015), para la mezcla de raigrás perenne y trébol rojo, son valores de peso de parte aérea y raíz de 152 y 90 g/m<sup>2</sup>, respectivamente. Siendo marcadamente superiores a los encontrados en este experimento. Mientras que en alfalfa Gomes de Freitas y Klaassen (2011), obtuvieron en siembras de mayo valores de 27,8 y 13,9 g/m<sup>2</sup> para peso de parte aérea y raíz, respectivamente.

En cuanto a la relación PA/R si bien no se encontró un efecto de la especie sobre esta, existe una inferioridad numérica en *Medicago sativa* frente a *Trifolium pratense*. Esto se encontraría en línea con lo expuesto por Formoso (2011) en cuanto a la capacidad de desarrollo radicular de las leguminosas perennes, donde la alfalfa en un ensayo realizado por el mismo autor, fue la que presentó raíces ubicadas a mayor profundidad, seguida por *Lotus corniculatus*, trébol rojo y por último el trébol blanco. Por lo que sería esperable encontrar una menor relación PA/R en alfalfa frente a trébol rojo.

Al mismo tiempo este último se encuentra acompañado en la mezcla por la gramínea de mayor vigor inicial dentro de las evaluadas en este experimento (*Lolium perenne*) por lo que favorecería el crecimiento de la parte aérea frente al de las raíces, dada la competencia por luz.

#### 4.2.3 Mezcla

##### 4.2.3.1 Porcentaje de implantación

En cuanto al número de plantas por metro cuadrado y el porcentaje de implantación por mezcla se observan los resultados obtenidos en el siguiente cuadro.

Cuadro 21. Número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de implantación según mezcla.

Mezcla	Número de plantas/m <sup>2</sup>	Porcentaje de implantación
Fest.+Alf. <sup>1</sup>	211,6 A	21 A
Rg. p.+T.R. <sup>2</sup>	146,6 B	20,3 A

\*Letras diferentes significan diferencias significativas al 10%.

<sup>1</sup>Fest.+Alf.: *Festuca arundinacea* + *Medicago sativa*

<sup>2</sup>Rg. p.+T.R.: *Lolium perenne* + *Trifolium pratense*

Para el número de plantas por metro cuadrado existen diferencias significativas entre mezclas, mientras que para el porcentaje de implantación el efecto de la mezcla no fue significativo para dicha variable. En cuanto a la primera se observó una superioridad de la mezcla compuesta por *Festuca arundinacea* + *Medicago sativa* frente a la compuesta por *Lolium perenne* + *Trifolium pratense*, siendo de 211,6 y 146,6 plantas/m<sup>2</sup>, respectivamente. El número de semillas viables por metro cuadrado y las plantas por metro cuadrado obtenidas a los 96 dps. para cada una de las especies evaluadas se presenta en el siguiente gráfico.

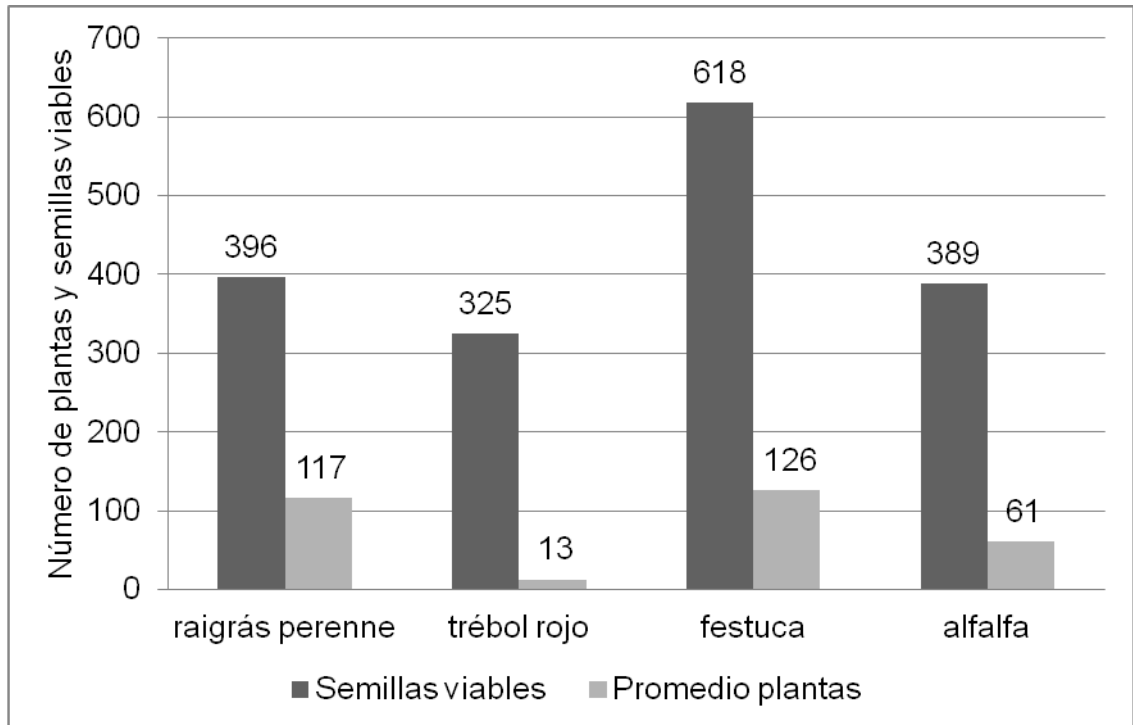


Gráfico 4. Número de semillas viables y plantas por metro cuadrado a los 96 dps. según especie.

Los resultados obtenidos en las variables mencionadas son inferiores a los encontrados por Berasain et al. (2015), los cuales encontraron para *Lolium perenne* + *Trifolium pratense* un número de plantas/m<sup>2</sup> de 316 y un porcentaje de implantación de 36 %. Cabe mencionar que estos autores obtuvieron a los 90 dps., 226 plantas/m<sup>2</sup> de *Lolium perenne* y 90 plantas/m<sup>2</sup> de *Trifolium pratense* frente a las 116 y 13 plantas/m<sup>2</sup> obtenidas en este experimento, respectivamente. El porcentaje de implantación a los 96 dps. obtenido para *Lolium perenne* en este experimento es de 29,4 % y para *Trifolium pratense* 3,25 %, mientras que los autores mencionados obtuvieron 44,2 y 31,5 % a los 90 dps., respectivamente. Partiendo en el caso de este experimento de un número de semillas viables por metro cuadrado de 396 (PMS 4,53 g, densidad de siembra de 20 kg/ha) para *Lolium perenne* y de 325 (PMS 1,47 g, densidad de siembra 6 kg/ha) para *Trifolium pratense*, mientras que estos autores obtuvieron un número de semillas por metro cuadrado de 511 (densidad de siembra de 20 kg/ha) y 286 (densidad de siembra 5 kg/ha), respectivamente.

Por lo tanto, para la mezcla ya mencionada se obtuvo un menor número de plantas/m<sup>2</sup> debido a: un menor número de plantas/m<sup>2</sup> de *Lolium perenne* dado un menor % de implantación junto con el menor número de semillas sembradas/m<sup>2</sup> y un menor número de plantas/m<sup>2</sup> de *Trifolium pratense* dado un

notoriamente inferior % de implantación no compensado por el mayor número de semillas viables/m<sup>2</sup> al usar una mayor densidad de siembra.

Para el caso de la mezcla compuesta por *Festuca arundinacea* + *Medicago sativa* Aclé y Clement (2004) obtuvieron una implantación superior para siembra de junio, siendo el porcentaje de implantación de 67 % a los 50 dps. Cabe destacar que realizaron una siembra en líneas alternas, lo cual al colocar tanto la leguminosa como la gramínea en la línea mejora el ambiente en que se encuentra la plántula durante el proceso de implantación. Por otra parte, para ambas especies se utilizaron densidades de siembra de 5,5 kg/ha. En cuanto al número de plantas/m<sup>2</sup>, estos mismos autores obtuvieron a los 50 dps un número de 336 plantas/m<sup>2</sup> frente a las 226 encontradas a los 75 dps en este experimento.

Cuadro 22. Número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de implantación de las mezclas, por fecha.

Fecha	No. de plantas/m <sup>2</sup>	Porcentaje de implantación
1	196,44 A	22,75 A
2	185 A	21,38 B
3	176,50 AB	20,31 BC
4	158,44 B	18,19 C

\*Dentro de columnas letras diferentes significan diferencias significativas al 10%.

En lo que respecta al número de plantas por metro cuadrado y porcentaje de implantación de las mezclas, por fecha como se observa en el cuadro anterior, existen diferencias significativas para ambas variables. Disminuyendo ambas en el transcurso de las mediciones existiendo diferencias entre la fecha 1 y la 4 para ambas variables, aunque para el número de plantas/m<sup>2</sup> con respecto a la fecha 1 la única con diferencias significativas es la fecha 4. En cambio, para el porcentaje de implantación ya hay diferencias significativas a partir de la fecha 2.

#### 4.2.3.2 Relación parte aérea/raíz

En cuanto a la relación parte aérea/raíz, se presentan los resultados obtenidos en el siguiente cuadro.

Cuadro 23. Peso de parte aérea, raíz y relación parte aérea/raíz según mezcla.

Mezcla	PA (g/m <sup>2</sup> )	R (g/m <sup>2</sup> )	PA/R
Fest.+Alf.	237,15	119,54	2,00 A
Rg. p.+T.R.	229,20	120,34	1,91 A

\*Dentro de columnas letras diferentes significan diferencias significativas al 10%.

Se destaca que no es significativo el modelo estadístico para las variables: peso de parte aérea, raíz y relación parte aérea/raíz. Al mismo tiempo los resultados obtenidos son similares entre mezclas.

Sería esperable dada la composición de las mezclas y por lo expuesto por Berasain et al. (2015) que la relación PA/R sea mayor en la segunda mezcla, siendo raigrás perenne y trébol rojo los que presentan mayor crecimiento de la parte aérea en relación a la raíz. Teniendo esto, según estos autores, dos posibles explicaciones: una es que esta mezcla está compuesta por especies de ciclo más corto que las demás mezclas, esto quiere decir que especies perennes de mayor persistencia tienen una menor relación PA/R puesto que particionan más foto asimilados hacia la raíz. La otra posible explicación es que estas especies son más vigorosas en comparación con las demás, entonces presentan mayor desarrollo y por lo tanto mayor peso seco aéreo.

Por otra parte, dada la composición de la primera mezcla compuesta por una gramínea perenne de mayor persistencia (*Festuca arundinacea*) y siendo la leguminosa acompañante *Medicago sativa*, se esperaría un mayor peso radicular y menor relación PA/R. Esto debido a la mayor partición de foto asimilados hacia la raíz y por el mayor desarrollo radicular de estas especies, lo último principalmente para alfalfa. En relación a esto, Formoso (2011) expresa que la alfalfa fue la especie que presentó raíces ubicadas a mayor profundidad, seguida por *Lotus corniculatus*, trébol rojo y por último el trébol blanco.

Por otra parte, en el siguiente cuadro se observa el peso de la parte aérea de cada una de las especies y en el total de cada una de las mezclas, así como la contribución de cada familia (gramínea y leguminosa) en cada una de las mezclas como porcentaje de aporte a la biomasa de la pastura.



Cuadro 24. Parte aérea a los 96 dps. por especie y mezcla, y contribución por biomasa de cada familia por mezcla.

Especie	PA (g/m <sup>2</sup> )	% biomasa
<i>Festuca arundinacea</i>	177,63	75%
<i>Medicago sativa</i>	59,54	25%
<b>Total</b>	<b>237,17</b>	<b>100%</b>
<i>Lolium perenne</i>	205,42	90%
<i>Trifolium pratense</i>	23,78	10%
<b>Total</b>	<b>229,2</b>	<b>100%</b>

Se destaca que, en función de lo expresado por Carámbula (2010a) en cuanto a los porcentajes de gramínea y leguminosa a obtener en una mezcla balanceada, la mezcla de *Festuca arundinacea* y *Medicago sativa* se encuentra dentro de los valores propuestos por este autor (asumiendo un 10% de malezas los porcentajes objetivo serían 65-75% para las gramíneas y 25-35% para las leguminosas). Por otro lado, la mezcla de *Lolium perenne* y *Trifolium pratense* presenta un desbalance hacia el componente gramínea presentando solamente un 10% del componente leguminosa. Esto último estaría explicado por un bajo peso de parte aérea del *Trifolium pratense* (por un bajo número de plantas, 12,75 plantas/m<sup>2</sup> a los 96 dps.), frente al elevado peso de parte aérea de *Lolium perenne* debido a que presenta 117 plantas/m<sup>2</sup> a los 96 dps.

#### 4.3 CONSIDERACIONES FINALES

En cuanto al porcentaje de implantación, en raigrás perenne es sensiblemente superior frente al obtenido en festuca fundamentalmente explicado por el mayor vigor inicial de la especie en cuestión y también dado su alto PMS que le brinda mayor capacidad competitiva. Además, el menor número de semillas sembradas implica una mayor distancia entre plantas en la fila, por lo tanto, menor competencia intra-específica.

Por otra parte, existen diferencias significativas entre tratamientos para el número de hojas completamente desarrolladas en gramíneas, aunque la superioridad de festuca frente al raigrás perenne es reducida. En parte es explicado por haber realizado la primer medición a los 75 dps. y dadas las condiciones ambientales imperantes, el estado de desarrollo de la pastura sea tal que no se exprese la superioridad del *Lolium perenne* (por su mayor vigor inicial) en relación a *Festuca arundinacea*. Mientras que para las variables peso de parte aérea y raíz, junto con la relación entre ellas, el modelo no es significativo. Aunque existe una superioridad numérica en cuanto al peso tanto de parte aérea como de raíces por parte del raigrás perenne.

Además, se resalta que existe un mayor grado de desarrollo en alfalfa frente a trébol rojo (existiendo diferencias significativas entre leguminosas para el número de hojas). Dado el número de hojas completamente desarrolladas en el promedio de las leguminosas para la fecha 1, el cual fue de 3,02, se considera que ya culminó el periodo de implantación de estas especies al momento de la primera medición lo cual explica en parte la escasa variabilidad en el número de plantas y porcentaje de implantación entre fechas para estas especies.

En lo que respecta a los resultados obtenidos en peso de parte aérea y raíz en leguminosas, el efecto de la especie sobre estas es significativo. Mientras que para la relación PA/R no es significativo el efecto. Para las primeras dos variables existen diferencias significativas entre especies, siendo en ambos casos superior *Medicago sativa* frente a *Trifolium pratense* (1,5 y 2,5 veces superior, respectivamente). La alfalfa posee un mayor peso de semilla y por tanto un mayor vigor inicial y por ende un mayor desarrollo frente al trébol rojo. Además, se debería tomar en cuenta las condiciones ambientales del año en particular en cuanto al régimen térmico, ya que las mayores temperaturas durante el periodo de evaluación frente al promedio histórico favorecen el crecimiento de la parte aérea, fundamentalmente de la alfalfa que es una leguminosa de ciclo estival.

En cuanto a la relación PA/R no se encontró un efecto de la especie sobre esta, pero existe una inferioridad numérica en *Medicago sativa* frente a *Trifolium pratense*. Lo cual refleja la capacidad de desarrollo radicular de la alfalfa frente a otras leguminosas, presentando mayor capacidad de exploración radicular. Al mismo tiempo, cabe destacar que *Trifolium pratense* se encuentra acompañado en la mezcla por la gramínea de mayor vigor inicial dentro de las evaluadas en este experimento (*Lolium perenne*) por lo que favorecería el crecimiento de la parte aérea frente al de las raíces, dada la competencia por luz.

## 5 CONCLUSIONES

A nivel de las mezclas existieron diferencias significativas en el número de plantas/m<sup>2</sup> observándose una superioridad de la mezcla Fest.+Alf. frente Rg. p.+T.R., lo cual es contrario a la hipótesis planteada. Mientras que el efecto mezcla no fue significativo para el porcentaje de implantación y la relación parte aérea/raíz. No fue significativo el modelo estadístico para el peso de parte aérea y raíz.

A nivel de familias: en lo referido a las gramíneas evaluadas, cabe destacar que existieron diferencias significativas entre tratamientos para las variables: macollos/m<sup>2</sup> y macollos/planta, número de hojas completamente desarrolladas, número de plantas/m<sup>2</sup> y porcentaje de implantación. Siendo superior en todos los casos festuca frente a raigrás perenne, salvo en la última variable. Además, el número de plantas/m<sup>2</sup> obtenido a los 96 dps. para ambas especies sería inferior pero cercano al objetivo. Por otro lado, en cuanto a los resultados obtenidos en las leguminosas, se destaca que alfalfa es superior a trébol rojo en las variables evaluadas tanto de implantación como de crecimiento y desarrollo. No siendo significativo el modelo para la relación parte aérea/raíz

Las variables climáticas fueron determinantes para los resultados obtenidos en las mezclas evaluadas, afectando tanto a nivel de las variables de implantación y macollaje como en el crecimiento y grado de desarrollo de las mezclas. Al mismo tiempo, el comportamiento de las mezclas fue dominado por el componente gramínea.

Cabe aclarar que las condiciones en que se encontraban las parcelas al momento de la primera medición en cuanto al elevado volumen acumulado de materia seca y el alto grado de desarrollo en cada una de las especies, influyó en la obtención de datos, siendo recomendable especialmente bajo estas condiciones climáticas, iniciar más tempranamente la toma de datos (30 dps). Al mismo tiempo, se recomendaría iniciar más tempranamente el pastoreo de las pasturas en estos casos, debido a que, el elevado volumen acumulado de materia seca aumenta la competencia entre plantas de la mezcla, provocando reducciones mayores a nivel del número de plantas y el porcentaje de implantación.

## 6 RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la dinámica de implantación de dos mezclas forrajeras. La fecha de siembra fue el 12 de marzo de 2017, siendo los tratamientos utilizados las mezclas forrajeras compuestas por: *Festuca arundinacea* y *Medicago sativa*; *Lolium perenne* y *Trifolium pratense*. El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario Antonio Cassinoni (Facultad de agronomía, Universidad de la república; Paysandú, Uruguay) ubicada sobre la ruta nacional No. 3, km 363, en los potreros: No. 32b sobre la latitud 32°22'28.95"S, longitud 58° 3'36.34"O y No. 35 sobre la latitud 32°22'25.55"S, longitud 58° 3'46.56"O. El mismo se llevó a cabo en el periodo comprendido entre el 12/03/2017 al 18/06/2017. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos generalizados. El área experimental abarcó una superficie total de 6,3 hectáreas la cual fue dividida en cuatro bloques, con dos tratamientos y dos repeticiones cada uno, totalizando 16 parcelas, correspondiendo cada una de estas a una unidad experimental. La siembra se efectuó mediante la tecnología de siembra directa con una sembradora SEMEATO doble disco con disco compactador de 19 cm entre hileras, donde las gramíneas se sembraron en línea (a 1 cm de profundidad) y las leguminosas al voleo, a diferentes densidades de siembra. Los resultados obtenidos muestran que a nivel del efecto mezcla no hubo diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de implantación, tampoco existió efecto de la mezcla sobre la relación entre estas (PA/R). Existiendo diferencias significativas para la variable número de plantas por metro cuadrado entre mezclas, siendo superior en la compuesta por *Festuca arundinacea* + *Medicago sativa* sobre la mezcla compuesta por *Lolium perenne* + *Trifolium pratense* (211,6 y 146,6 plantas/m<sup>2</sup>, respectivamente). Dentro de familias, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para: número de plantas por metro cuadrado, porcentaje de implantación y número de hojas completamente desarrolladas (en ambas familias); peso de parte aérea y raíz (en leguminosas); y en número de macollos por metro cuadrado y macollos por planta (en gramíneas).

Palabras clave: Implantación; Mezclas forrajeras; Gramíneas; Leguminosas; Macollas; Relación parte aérea-raíz.

## 7 SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the dynamics of implantation of two forage mixtures. The sowing date was March 12th., 2017, being the treatments used forage mixtures composed of: *Festuca arundinacea* and *Medicago sativa*; *Lolium perenne* and *Trifolium pratense*. The experiment was carried out at the Dr. Mario Antonio Cassinoni Experimental Station (Faculty of Agronomy, University of the Republic, Paysandú, Uruguay) located on National Route Num. 3, km 363, in the paddocks: Num. 32b on latitude 32 ° 22'28.95 "S, longitude 58 ° 3'36.34" W and Num. 35 over latitude 32 ° 22'25.55 "S, longitude 58 ° 3'46.56" W. The same was carried out in the period between March 12th., 2017 and June 18th., 2017. The experimental design used was generalized complete blocks. The experimental area covered a total area of 6.3 ha which was divided into four blocks with two treatments and two repetitions each, obtaining in this way 16 plots, each corresponding to an experimental unit. The sowing was carried out using direct sowing technology with a SEMEATO double disk seeder with compactor disk of 19 cm between rows, where the grasses were sown in line (at 1 cm depth) and the legumes broadcast, at different densities of planting . The results obtained show that at the level of the mixing effect there were no statistically significant differences in the percentage of implantation, there is also no effect of the mixture on the relation between aerial part and root (PA/R). There are significant differences for the variable number of plants per square meter between mixtures, being higher in that composed by *Festuca arundinacea* + *Medicago sativa* on the mixture composed of *Lolium perenne* + *Trifolium pratense* (211.6 and 146.6 plants/m<sup>2</sup>, respectively) . Within families, significant differences were found between treatments for: number of plants per square meter and percentage of implantation (in both families); number of fully developed leaves, weight of aerial part and root (in legumes); and in number of tillers per square meter and tillers per plant (in grasses).

Keywords: Implantation; Forage mixtures; Grasses; Legumes; Clusters; Aerial part-root relationship.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

1. Acle, F.; Clement, G. 2004. Características de la implantación y vigor de gramíneas y leguminosas perennes integrantes de mezclas forrajeras y estudio de la población de unidades morfológicas en el otoño del 2º. año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 123 p.
2. Águila Castro, H. 1979. Pastos y empastadas. Santiago, Editorial Universitaria. 314 p.
3. Altier, N. 2010. Enfermedades de pasturas. *In*: Altier, N.; Rebuffo, M.; Cabrera, N. eds. Enfermedades y plagas de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 26-27 (Serie Técnica no. 183)
4. Alzugaray, R. 1991. Guía para el reconocimiento y manejo de insectos en pasturas. Montevideo, INIA. 19 p. (Boletín de Divulgación no. 10)
5. \_\_\_\_\_.; Ribeiro, A. 2000. Insectos en pasturas. *In*: Zerbino, M. S.; Ribeiro, A. eds. Manejo de plagas en pasturas y cultivos. Montevideo, INIA. pp. 13-30 (Serie Técnica no. 112)
6. Ayala, W.; Bemhaja, M.; Cotro, B.; Do Canto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C.; Silva, J. 2010. Forrajeras: catálogo de cultivares 2010. Montevideo, INIA. 131 p.
7. Bellini Saibene, Y.; Ramos, L.; Montoya, J. C.; Roberto, Z.; Titolo, D.; Berhongaray, G.; Perez, A. 2008. Un sistema de información para el inventario de malezas en girasol en la Provincia de La Pampa. (en línea). *In*: Jornadas Argentinas de Informática (37as., 2008, Santa Fe, Argentina). Memorias. Anguil, INTA. s.p. Consultado may. 2017. Disponible en [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-un\\_sistema\\_de\\_informacion\\_inventario\\_de\\_malezas.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-un_sistema_de_informacion_inventario_de_malezas.pdf)
8. Berasain, I.; Duret, L.; Sosa, E. 2015. Evaluación de la implantación de tres mezclas forrajeras en siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 91 p.
9. Blanco, N. 2008. Establecimiento de gramíneas forrajeras perennes en basalto en siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 119 p.

10. Bordoli, J. M. 1998. Fertilización de pasturas de leguminosas y mezclas de gramíneas y leguminosas. (en línea). In: Jornada de Fertilización en Cultivos y Pasturas (1998, Concepción del Uruguay, Entre Ríos). Memorias. Concepción del Uruguay, INTA. s.p. Consultado may. 2017. Disponible en <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/12%20-%20Fertilizacion%20de%20Pasturas.pdf>
11. Brassetti, D.; Verdier, J. P. 1996. Alternativas en el cultivo de alfalfa (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 70: 29-31. Consultado may. 2017. Disponible en [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R70/R70\\_29.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R70/R70_29.pdf)
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. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 125 p.
13. Brock, J. L.; Anderson, L. B.; Lancashire, J. A. 1982. 'Grasslands Roa' tall fescue: seedling growth and establishment. New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 10: 285-289.
14. Brown, J. C.; Graham, J. H. 1978. Requirements and tolerance to elements by alfalfa. Agronomy Journal. 70(3): 367-373.
15. Campbell, M. H.; Hosking, W. J.; Nicholas, D. A.; Higgs, E. D.; Read, J. W. 1987. Establishment of perennial pastures. In: Wheeler, J. L.; Pearson, C. J.; Robards, G. E. eds. Temperate pastures: their production, use and management. East Melbourne, Australia, CSIRO. pp. 59-74.
16. Carámbula, M. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19)
17. \_\_\_\_\_; Ayala, W.; Carriquiry, E.; Bermúdez, R. 1994. Siembra de mejoramientos en cobertura. Montevideo, INIA. 20 p. (Boletín de Divulgación no. 46).
18. \_\_\_\_\_. 2001. El primer insumo de una pastura. El País Agropecuario. 6(72): 25-28

- 19.\_\_\_\_\_. 2010a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1. 357 p.
- 20.\_\_\_\_\_. 2010b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.2. 371 p.
- 21.Carter, E. D. 1987. Establishment and natural regeneration of annual pastures. In: Wheeler, J. L.; Pearson, C. J.; Robards, G. E. Temperate pastures: their production, use and management. East Melbourne, Australia, CSIRO. pp. 35-51
- 22.Chiara, G. 1972. Comportamiento de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) bajo dos frecuencias de corte. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 116 p.
- 23.Cullen, N. A. 1966. The establishment of pasture on yellow-brown loams near Te Anau: III. Factors influencing the establishment of grasses on uncultivated ground. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 9: 363-374.
- 24.Donald, C. M. 1963. Competition among crops and pasture plants. *Advances in Agronomy*. 15: 9-16
- 25.Deregibus, V. A.; Sanchez, R. A.; Casal, J. J.; Trlica, M. J. 1985. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in a humid natural grassland. *Journal of Applied Ecology*. 22(1): 199-206.
- 26.Formoso, F. 2007a. Conceptos sobre implantación de pasturas. In: Jornada de Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 19-39 (Actividades de Difusión no. 483).
- 27.\_\_\_\_\_. 2007b. Manual para la siembra directa. Montevideo, INIA. 150 p. (Serie Técnica no. 161)
- 28.\_\_\_\_\_. 2011. Producción de semillas de especies forrajeras. Montevideo, INIA. 230 p. (Serie Técnica no. 190).
- 29.Fulkerson, W. J.; Donaghy, D. J. 2001. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence-key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a



review. Australian Journal of Experimental Agriculture. 41(2): 261-275.

30. García, J.; Rebuffo, M.; Formoso, F. 1991. Las forrajeras de La Estanzuela. Montevideo, INIA. 15 p. (Boletín de Divulgación no. 7).
31. Gomes de Freitas, S.; Klaassen, 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. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 91 p.
32. Hely, F.; Bergersen, F. J.; Brockwell, J. 1957. Microbial antagonism in the rhizosphere as a factor in the failure of inoculation of subterranean clover. Crop and Pasture Science. 8(1): 24-44.
33. Hernández, J.; Casanova, O.; Zamalvide, J. P. 1988. Capacidad de suministros de potasio en suelos del Uruguay. Facultad de Agronomía (Montevideo). Boletín de Investigación no. 19. 20 p.
34. Herriot, T. B. D. 1958. The establishment of herbage species in Great Britain. Herbage Abstracts. 28: 73-82
35. INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología, UY). Estadísticas climatológicas de la serie 1961-1990: Paysandú. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado jul. 2017. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas>
36. Langer, H. L. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
37. Lorenzetti, F. 1993. Achieving potential herbage seed yields in species of temperate regions. In: International Grassland Congress (17th., 1993, Massey University). Proceedings. Palmerston North, New Zealand Grassland Association. pp. 1621-1628.
38. Maciel, P.; Tucci, A. 2015. Evaluación de la producción de forraje de tres mezclas de primer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 120 p.
39. McWilliam, J. R.; Clements, R. J.; Dowling, P. M. 1970. Some factors influencing the germination and early seedling development of pasture plants. Crop and Pasture Science. 21(1): 19-32.

40. MAP. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo. Esc. 1:1.000.000.
41. Moliterno, E. A. 2000. Caracterización de la producción inicial de diversas mezclas forrajeras. *Agrociencia* (Uruguay). 4(1): 31-49.
42. Muslera, E. D.; Ratera, C. 1984. Praderas y forrajes: producción y aprovechamiento. Madrid, Mundi-Prensa. 702 p.
43. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1991. Praderas y forrajes: producción y aprovechamiento. 2ª. ed. Madrid, Mundi-Prensa. 674 p.
44. Peacock, J. M. 1976. Temperature and leaf growth in four grass species. *Journal of Applied Ecology*. 13(1): 225-232.
45. Pérez, C.; Altier, N. 2000. Enfermedades de implantación en leguminosas forrajeras: importancia y estrategias de control. *Cangüé*. no. 7: 11-14.
46. Perrachón, J. 2013. Instalación de pasturas perennes. (en línea). *Revista del Plan Agropecuario*. no. 146: 48-53. Consultado may. 2017. Disponible en [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R146/R\\_146\\_48.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R146/R_146_48.pdf)
47. PROCAMPO. 2017. Ficha técnica raigrás perenne Horizon. (en línea). Montevideo. 2 p. Consultado may. 2017. Disponible en <http://www.procampouruguay.com/wp-content/uploads/2017/04/Ficha-t%C3%A9cnica-Raigras-Perenne-Horizon.pdf>
48. Rebuffo, M. 1994. Fertilización nitrogenada en pasturas mezcla. *In*: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 27-32 (Serie Técnica no. 51).
49. Robson, M. J. 1972. The Effect of Temperature on the Growth the S. 170 Tall Fescue (*Festuca arundinacea*). I. Constant Temperature. *Journal of Applied Ecology*. 9(2): 643-653.
50. Sato, K. 1971. Growth and Development of Alfalfa Plant under Controlled Environment: I. The effects of daylength and temperature on the

growth and chemical composition. Japanese Journal of Crop Science. 40(2): 120-126.

51. Scott, D. J.; Hampton, J. G. 1985. Aspects of seed quality. In: Hare, M. D.; Brock, J. L. eds. Producing herbage seeds. Palmerston North, New Zealand Grassland Association. pp. 43-52 (Grassland Research and Practice Series no. 2).
52. Scott, W. R. 1981. Nutrición de la planta de pradera y ciclaje de nutrientes In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 185-208.
53. Silveira, E. 2005. Efecto de la fertilización fosfatada sobre la implantación, producción inicial y composición química de *Lotus glaber* Mill y *Trifolium repens* L. sembradas en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 150 p.
54. Silvertown, J. W.; Dickie, J. B. 1981. Seedling survivorship in natural populations of nine perennial chalk grassland plants. New Phytologist. 88(3): 555-558.
55. Steppeler, H. A.; Knutti, H. J.; Hargreaves, G. 1965. The establishment of the sward seeded pastures. In: International Grassland Congress (9th., 1965, San Pablo). Proceedings. s.n.t. pp. 273-278.
56. Zanoniani, R. s.f. Verdeos de invierno. EEMAC. Facultad de Agronomía. Cartilla no. 2. 7 p.

9 ANEXOS



Anexo No. 1. Estado de la pastura al momento de la primera medición.





Anexo No. 2. Estado de la pastura 96 dps.



Anexo No. 3. Grado de cobertura de rastrojo 15 dps.

#### Anexo No. 4. Análisis de la varianza

Macollos/m<sup>2</sup> gramíneas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj.	CV
Macollos/m <sup>2</sup> g	64	0.58	0.49	16.81

#### Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4757975.42	11	432543.22	6.46	<0.0001
Fecha	1067695.17	3	355898.39	5.32	0.0028
Bloque	2470297.92	3	823432.64	12.30	<0.0001
Tratamiento	996752.64	1	996752.64	14.89	0.0003
Repetición	208506.39	1	208506.39	3.12	0.0834
Fecha*tratamiento	14723.30	3	4907.77	0.07	0.9740
Error	3480322.31	52	66929.28		
Total	8238297.73	63			

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=214.92675

Error: 66929.2752 gl: 52

Fecha Medias n E.E.

3.00 1664.81 16 64.68 A

4.00 1658.38 16 64.68 A

2.00 1472.94 16 64.68 A B

1.00 1359.31 16 64.68 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=214.92675

Error: 66929.2752 gl: 52

Bloque Medias n E.E.

4.00 1810.19 16 64.68 A

2.00 1620.06 16 64.68 A B

1.00 1440.19 16 64.68 B C

3.00 1285.00 16 64.68 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=108.31342

Error: 66929.2752 gl: 52

Tratamiento Medias n E.E.

Fest.+Alf. 1663.66 32 45.73 A

Rg. p.+T.R. 1414.06 32 45.73 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=108.31342

Error: 66929.2752 gl: 52

Repetición Medias n E.E.

1.00 1595.94 32 45.73 A

2.00 1481.78 32 45.73 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=371.30666

Error: 66929.2752 gl: 52

Fecha Tratamiento Medias n E.E.

3.00 Fest.+Alf. 1787.50 8 91.47 A

4.00 Fest.+Alf. 1773.75 8 91.47 A

2.00 Fest.+Alf. 1623.00 8 91.47 A B

4.00 Rg p.+T.R. 1543.00 8 91.47 A B C

3.00 Rg p.+T.R. 1542.13 8 91.47 A B C

1.00 Fest.+Alf. 1470.38 8 91.47 A B C

2.00 Rg. p.+T.R. 1322.88 8 91.47 B C

1.00 Rg. p.+T.R. 1248.25 8 91.47 C



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Macollos/planta gramíneas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj.	CV
Macollos/pl. g.	64	0.89	0.87	7.30

### Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	320.13	11	29.10	38.49	<0.0001
Fecha	251.19	3	83.73	110.75	<0.0001
Bloque	55.19	3	18.40	24.33	<0.0001
Tratamiento	12.25	1	12.25	16.20	0.0002
Repetición	0.25	1	0.25	0.33	0.5677
Fecha*tratamiento	1.25	3	0.42	0.55	0.6496
Error	39.31	52	0.76		
Total	359.44	63			

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.72235

Error: 0.7560 gl: 52

Fecha Medias n E.E.

4.00	14.38	16	0.22	A
3.00	13.13	16	0.22	B
2.00	10.88	16	0.22	C
1.00	9.25	16	0.22	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.72235

Error: 0.7560 gl: 52

Bloque Medias n E.E.

4.00	13.19	16	0.22	A
2.00	11.94	16	0.22	B
1.00	11.94	16	0.22	B
3.00	10.56	16	0.22	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.36403

Error: 0.7560 gl: 52

Tratamiento Medias n E.E.

Fest.+Alf.	12.34	32	0.15	A
Rg. p.+T.R.	11.47	32	0.15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).



Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.36403

Error: 0.7560 gl: 52

Repetición Medias n E.E.

2.00 11.97 32 0.15 A

1.00 11.84 32 0.15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=1.24792

Error: 0.7560 gl: 52

Fecha Tratamiento Medias n E.E.

4.00 Fest.+Alf. 14.63 8 0.31 A

4.00 Rg. p.+T.R. 14.13 8 0.31 A

3.00 Fest.+Alf. 13.50 8 0.31 A B

3.00 Rg. p.+T.R. 12.75 8 0.31 B

2.00 Fest.+Alf. 11.50 8 0.31 C

2.00 Rg. p.+T.R. 10.25 8 0.31 D

1.00 Fest.+Alf. 9.75 8 0.31 D E

1.00 Rg. p.+T.R. 8.75 8 0.31 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Número de hojas completamente desarrolladas gramíneas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj.</u>	<u>CV</u>
No. hojas compl. desrr. g.	64	0.88	0.85	3.08

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.	2.68	11	0.24	34.23	<0.0001
Fecha	2.05	3	0.68	96.05	<0.0001
Bloque	0.54	3	0.18	25.13	<0.0001
Tratamiento	0.02	1	0.02	3.17	0.0810
Repetición	0.06	1	0.06	8.80	0.0045
Fecha*tratamiento	0.01	3	2.5E-03	0.35	0.7879
Error	0.37	52	0.01		
Total	3.04	63			

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.07002

Error: 0.0071 gl: 52

Fecha Medias n E.E.

4.00 2.95 16 0.02 A

3.00 2.85 16 0.02 B

2.00 2.65 16 0.02 C

1.00 2.49 16 0.02 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.07002

Error: 0.0071 gl: 52

Bloque Medias n E.E.

1.00	2.84	16	0.02	A
2.00	2.81	16	0.02	A
4.00	2.68	16	0.02	B
3.00	2.61	16	0.02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.03529

Error: 0.0071 gl: 52

Tratamiento Medias n E.E.

Fest.+Alf.	2.75	32	0.01	A
Rg. p.+T.R.	2.72	32	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.03529

Error: 0.0071 gl: 52

Repetición Medias n E.E.

2.00	2.77	32	0.01	A
1.00	2.70	32	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.12096

Error: 0.0071 gl: 52

Fecha Tratamiento Medias n E.E.

4.00	Fest.+Alf.	2.96	8	0.03	A
4.00	Rg. p.+T.R.	2.94	8	0.03	A B
3.00	Fest.+Alf.	2.86	8	0.03	A B
3.00	Rg. p.+T.R.	2.84	8	0.03	B
2.00	Fest.+Alf.	2.69	8	0.03	C
2.00	Rg. p.+T.R.	2.61	8	0.03	C D
1.00	Fest.+Alf.	2.50	8	0.03	D E
1.00	Rg. p.+T.R.	2.48	8	0.03	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

## Número de plantas/m<sup>2</sup> gramíneas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj.</u>	<u>CV</u>
No. pl./m <sup>2</sup> g.	64	0.47	0.35	13.87

## 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.	16797.19	11	1527.02	4.15	0.0002
Fecha	9315.25	3	3105.08	8.43	0.0001
Bloque	4002.38	3	1334.13	3.62	0.0189
Tratamiento	1849.00	1	1849.00	5.02	0.0293
Repetición	1540.56	1	1540.56	4.18	0.0459
Fecha*tratamiento	90.00	3	30.00	0.08	0.9698
Error	19148.56	52	368.24		
<u>Total</u>	<u>35945.75</u>	<u>63</u>			

### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=15.94222

Error: 368.2416 gl: 52

#### Fecha Medias n E.E.

1.00	154.50	16	4.80	A
2.00	142.75	16	4.80	A B
3.00	134.63	16	4.80	B C
4.00	121.38	16	4.80	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=15.94222

Error: 368.2416 gl: 52

#### Bloque Medias n E.E.

2.00	146.88	16	4.80	A
4.00	145.19	16	4.80	A
3.00	132.88	16	4.80	A B
1.00	128.31	16	4.80	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=8.03416

Error: 368.2416 gl: 52

#### Tratamiento Medias n E.E.

Fest.+Alf.	143.69	32	3.39	A
Rg. p.+T.R.	132.94	32	3.39	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=8.03416

Error: 368.2416 gl: 52

Repetición Medias n E.E.

1.00 143.22 32 3.39 A

2.00 133.41 32 3.39 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=27.54172

Error: 368.2416 gl: 52

Fecha Tratamiento Medias n E.E.

1.00 Fest.+Alf. 158.88 8 6.78 A

2.00 Fest.+Alf. 150.13 8 6.78 A B

1.00 Rg. p.+T.R. 150.13 8 6.78 A B

3.00 Fest.+Alf. 139.75 8 6.78 A B C

2.00 Rg. p.+T.R. 135.38 8 6.78 A B C

3.00 Rg. p.+T.R. 129.50 8 6.78 B C

4.00 Fest.+Alf. 126.00 8 6.78 B C

4.00 Rg. p.+T.R. 116.75 8 6.78 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Porcentaje de implantación gramíneas

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

impl. rep. g. 64 0.72 0.66 14.67

### Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	2352.13	11	213.83	12.34	<0.0001
Fecha	410.00	3	136.67	7.89	0.0002
Bloque	173.63	3	57.88	3.34	0.0261
Tratamiento	1681.00	1	1681.00	97.03	<0.0001
Repetición	64.00	1	64.00	3.69	0.0601
Fecha*tratamiento	23.50	3	7.83	0.45	0.7169
Error	900.88	52	17.32		
Total	3253.00	63			

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=3.45790

Error: 17.3245 gl: 52

Fecha Medias n E.E.

1.00 31.88 16 1.04 A

2.00 29.13 16 1.04 A B

3.00 27.63 16 1.04 B C

4.00 24.88 16 1.04 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=3.45790

Error: 17.3245 gl: 52

Bloque Medias n E.E.

2.00	30.38	16	1.04	A
4.00	29.44	16	1.04	A B
3.00	27.56	16	1.04	A B
1.00	26.13	16	1.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=1.74263

Error: 17.3245 gl: 52

Tratamiento Medias n E.E.

Rg. p.+T.R.	33.50	32	0.74	A
Fest.+Alf.	23.25	32	0.74	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=1.74263

Error: 17.3245 gl: 52

Repetición Medias n E.E.

1.00	29.38	32	0.74	A
2.00	27.38	32	0.74	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=5.97386

Error: 17.3245 gl: 52

Fecha Tratamiento Medias n E.E.

1.00	Rg. p.+T.R.	38.00	8	1.47	A
2.00	Rg. p.+T.R.	34.00	8	1.47	A B
3.00	Rg. p.+T.R.	32.63	8	1.47	A B
4.00	Rg. p.+T.R.	29.38	8	1.47	B C
1.00	Fest.+Alf.	25.75	8	1.47	C D
2.00	Fest.+Alf.	24.25	8	1.47	C D
3.00	Fest.+Alf.	22.63	8	1.47	D
4.00	Fest.+Alf.	20.38	8	1.47	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Número de hojas completamente desarrolladas leguminosas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj.</u>	<u>CV</u>
No. hojas compl. desrr. l.	64	0.54	0.44	12.39

### Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	11.08	11	1.01	5.45	<0.0001
Fecha	5.31	3	1.77	9.58	<0.0001
Bloque	3.98	3	1.33	7.19	0.0004
Tratamiento	1.69	1	1.69	9.15	0.0039
Repetición	0.07	1	0.07	0.37	0.5440
Fecha*tratamiento	0.03	3	0.01	0.05	0.9841
Error	9.60	52	0.18		
<u>Total</u>	<u>20.68</u>	<u>63</u>			

#### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.35702

Error: 0.1847 gl: 52

##### Fecha Medias n E.E.

4.00	3.80	16	0.11	A
3.00	3.62	16	0.11	A B
2.00	3.43	16	0.11	B
1.00	3.02	16	0.11	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

#### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.35702

Error: 0.1847 gl: 52

##### Bloque Medias n E.E.

2.00	3.81	16	0.11	A
4.00	3.61	16	0.11	A
3.00	3.25	16	0.11	B
1.00	3.21	16	0.11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

#### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.17992

Error: 0.1847 gl: 52

##### Tratamiento Medias n E.E.

Fest.+Alf.	3.63	32	0.08	A
Rq. p.+T.R.	3.31	32	0.08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

#### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.17992

Error: 0.1847 gl: 52

##### Repetición Medias n E.E.

1.00	3.50	32	0.08	A
2.00	3.44	32	0.08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.61679

Error: 0.1847 gl: 52

Fecha Tratamiento Medias n E.E.

4.00	Fest.+Alf.	3.95	8	0.15	A
3.00	Fest.+Alf.	3.76	8	0.15	A B
4.00	Rg. p.+T.R.	3.65	8	0.15	A B
2.00	Fest.+Alf.	3.63	8	0.15	A B
3.00	Rg. p.+T.R.	3.48	8	0.15	A B
2.00	Rg. p.+T.R.	3.24	8	0.15	B C
1.00	Fest.+Alf.	3.19	8	0.15	B C
1.00	Rg. p.+T.R.	2.86	8	0.15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Número de plantas/m<sup>2</sup> leguminosas

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV  
No. pl./m<sup>2</sup> l. 64 0.75 0.70 43.83

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.	50698.17	11	4608.92	14.41	<0.0001
Fecha	308.67	3	102.89	0.32	0.8096
Bloque	3075.55	3	1025.18	3.21	0.0305
Tratamiento	46926.39	1	46926.39	146.77	<0.0001
Repetición	206.64	1	206.64	0.65	0.4251
Fecha*tratamiento	180.92	3	60.31	0.19	0.9037
Error	16626.19	52	319.73		
Total	67324.36	63			

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=14.85515

Error: 319.7344 gl: 52

Fecha Medias n E.E.

2.00	42.25	16	4.47	A
3.00	42.06	16	4.47	A
1.00	41.88	16	4.47	A
4.00	37.00	16	4.47	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=14.85515

Error: 319.7344 gl: 52

Bloque Medias n E.E.

2.00	52.00	16	4.47	A
4.00	40.31	16	4.47	A B
3.00	37.56	16	4.47	A B
1.00	33.31	16	4.47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=7.48633

Error: 319.7344 gl: 52

Tratamiento Medias n E.E.

Fest.+Alf.	67.88	32	3.16	A
Rg. p.+T.R.	13.72	32	3.16	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=7.48633

Error: 319.7344 gl: 52

Repetición Medias n E.E.

2.00	42.59	32	3.16	A
1.00	39.00	32	3.16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=25.66370

Error: 319.7344 gl: 52

Fecha Tratamiento Medias n E.E.

3.00	Fest.+Alf.	70.50	8	6.32	A
2.00	Fest.+Alf.	70.50	8	6.32	A
1.00	Fest.+Alf.	69.25	8	6.32	A
4.00	Fest.+Alf.	61.25	8	6.32	A
1.00	Rg. p.+T.R.	14.50	8	6.32	B
2.00	Rg. p.+T.R.	14.00	8	6.32	B
3.00	Rg. p.+T.R.	13.63	8	6.32	B
4.00	Rg. p.+T.R.	12.75	8	6.32	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).



## Porcentaje de implantación leguminosas

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj. CV  
Impl. rep. l. 64 0.73 0.67 43.45

### Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	3050.06	11	277.28	12.64	<0.0001
Fecha	35.06	3	11.69	0.53	0.6619
Bloque	195.31	3	65.10	2.97	0.0403
Tratamiento	2809.00	1	2809.00	128.03	<0.0001
Repetición	7.56	1	7.56	0.34	0.5597
Fecha*tratamiento	3.13	3	1.04	0.05	0.9861
Error	1140.88	52	21.94		
<u>Total</u>	<u>4190.94</u>	<u>63</u>			

### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=3.89135

Error: 21.9399 gl: 52

#### Fecha Medias n E.E.

2.00 11.25 16 1.17 A  
3.00 11.19 16 1.17 A  
1.00 11.19 16 1.17 A  
4.00 9.50 16 1.17 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=3.89135

Error: 21.9399 gl: 52

#### Bloque Medias n E.E.

2.00 13.63 16 1.17 A  
4.00 10.69 16 1.17 A B  
3.00 9.81 16 1.17 A B  
1.00 9.00 16 1.17 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=1.96106

Error: 21.9399 gl: 52

#### Tratamiento Medias n E.E.

Fest.+Alf. 17.41 32 0.83 A  
Rg. p.+T.R. 4.16 32 0.83 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=1.96106

Error: 21.9399 gl: 52

Repetición Medias n E.E.

2.00 11.13 32 0.83 A

1.00 10.44 32 0.83 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=6.72267

Error: 21.9399 gl: 52

Fecha Tratamiento Medias n E.E.

2.00 Fest.+Alf. 18.00 8 1.66 A

3.00 Fest.+Alf. 18.00 8 1.66 A

1.00 Fest.+Alf. 17.88 8 1.66 A

4.00 Fest.+Alf. 15.75 8 1.66 A

2.00 Rg. p.+T.R. 4.50 8 1.66 B

1.00 Rg. p.+T.R. 4.50 8 1.66 B

3.00 Rg. p.+T.R. 4.38 8 1.66 B

4.00 Rg. p.+T.R. 3.25 8 1.66 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Porcentaje de implantación mezclas

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

Impl. mez. 64 0.44 0.32 14.17

### 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.	349.00	11	31.73	3.70	0.0006
Fecha	177.81	3	59.27	6.92	0.0005
Bloque	151.31	3	50.44	5.89	0.0015
Tratamiento	7.56	1	7.56	0.88	0.3518
Repetición	9.00	1	9.00	1.05	0.3101
Fecha*tratamiento	3.31	3	1.10	0.13	0.9425
Error	445.44	52	8.57		
Total	794.44	63			

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=2.43150

Error: 8.5661 gl: 52

Fecha Medias n E.E.

1.00 22.75 16 0.73 A

2.00 21.38 16 0.73 A B

3.00 20.31 16 0.73 B C

4.00 18.19 16 0.73 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=2.43150

Error: 8.5661 gl: 52

Bloque Medias n E.E.

2.00	22.69	16	0.73	A
4.00	21.38	16	0.73	A B
3.00	20.00	16	0.73	B C
1.00	18.56	16	0.73	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=1.22537

Error: 8.5661 gl: 52

Tratamiento Medias n E.E.

Fest.+Alf.	21.00	32	0.52	A
Rg. p.+T.R.	20.31	32	0.52	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=1.22537

Error: 8.5661 gl: 52

Repetición Medias n E.E.

1.00	21.03	32	0.52	A
2.00	20.28	32	0.52	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=4.20065

Error: 8.5661 gl: 52

Fecha Tratamiento Medias n E.E.

1.00	Rg. p.+T.R.	22.75	8	1.03	A
1.00	Fest.+Alf.	22.75	8	1.03	A
2.00	Fest.+Alf.	22.00	8	1.03	A B
3.00	Fest.+Alf.	20.75	8	1.03	A B
2.00	Rg. p.+T.R.	20.75	8	1.03	A B
3.00	Rg. p.+T.R.	19.88	8	1.03	A B
4.00	Fest.+Alf.	18.50	8	1.03	B
4.00	Rg. p.+T.R.	17.88	8	1.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

## Número de plantas/m<sup>2</sup> mezclas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj.</u>	<u>CV</u>
Número de pl./m <sup>2</sup> mez.	64	0.73	0.67	14.48

## 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.	93836.75	11	8530.61	12.68	<0.0001
Fecha	12305.56	3	4101.85	6.10	0.0012
Bloque	12926.56	3	4308.85	6.41	0.0009
Tratamiento	67600.00	1	67600.00	100.49	<0.0001
Repetición	625.00	1	625.00	0.93	0.3396
Fecha*tratamiento	379.63	3	126.54	0.19	0.9040
Error	34980.69	52	672.71		
<u>Total</u>	<u>128817.44</u>	<u>63</u>			

### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=21.54740

Error: 672.7055 gl: 52

#### Fecha Medias n E.E.

1.00	196.44	16	6.48	A
2.00	185.00	16	6.48	A
3.00	176.50	16	6.48	A B
4.00	158.44	16	6.48	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.10).

### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=21.54740

Error: 672.7055 gl: 52

#### Bloque Medias n E.E.

2.00	198.88	16	6.48	A
4.00	185.31	16	6.48	A B
3.00	170.56	16	6.48	B C
1.00	161.63	16	6.48	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.10).

### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=10.85892

Error: 672.7055 gl: 52

#### Tratamiento Medias n E.E.

Fest.+Alf.	211.59	32	4.58	A
Rg. p.+T.R.	146.59	32	4.58	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.10).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=10.85892

Error: 672.7055 gl: 52

Repetición Medias n E.E.

1.00 182.22 32 4.58 A

2.00 175.97 32 4.58 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=37.22521

Error: 672.7055 gl: 52

Fecha Tratamiento Medias n E.E.

1.00 Fest.+Alf. 228.25 8 9.17 A

2.00 Fest.+Alf. 220.50 8 9.17 A B

3.00 Fest.+Alf. 210.25 8 9.17 A B

4.00 Fest.+Alf. 187.38 8 9.17 B C

1.00 Rg. p.+T.R. 164.63 8 9.17 C D

2.00 Rg. p.+T.R. 149.50 8 9.17 D

3.00 Rg. p.+T.R. 142.75 8 9.17 D

4.00 Rg. p.+T.R. 129.50 8 9.17 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Peso parte aérea gramíneas

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

Parte aérea g. 12 0.17 0.00 23.55

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 2876.39 4 719.10 0.35 0.8342

Bloque 90.65 2 45.32 0.02 0.9780

Tratamiento 2315.74 1 2315.74 1.14 0.3215

Repetición 470.00 1 470.00 0.23 0.6455

Error 14245.72 7 2035.10

Total 17122.10 11

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=77.84467

Error: 2035.1023 gl: 7

Bloque Medias n E.E.

3.00 195.40 4 22.56 A

2.00 189.85 4 22.56 A

4.00 189.33 4 22.56 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=49.34522

Error: 2035.1023 gl: 7

Tratamiento Medias n E.E.

Rg p+TR 205.42 6 18.42 A

Fest+Alf 177.63 6 18.42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=49.34522

Error: 2035.1023 gl: 7

Repetición Medias n E.E.

1.00 197.78 6 18.42 A

2.00 185.27 6 18.42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Peso raíces gramíneas

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

Raíz g. 12 0.38 0.02 22.55

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 2302.24 4 575.56 1.07 0.4400

Bloque 463.53 2 231.77 0.43 0.6671

Tratamiento 1134.91 1 1134.91 2.10 0.1905

Repetición 703.80 1 703.80 1.30 0.2912

Error 3780.97 7 540.14

Total 6083.21 11

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=40.10406

Error: 540.1385 gl: 7

Bloque Medias n E.E.

2.00 111.65 4 11.62 A

4.00 100.28 4 11.62 A

3.00 97.20 4 11.62 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=25.42170

Error: 540.1385 gl: 7

Tratamiento Medias n E.E.

Rg p+TR 112.77 6 9.49 A

Fest+Alf 93.32 6 9.49 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=25.42170

Error: 540.1385 gl: 7

Repetición Medias n E.E.

1.00 110.70 6 9.49 A

2.00 95.38 6 9.49 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Relación PA/R gramíneas

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Relación PA/R g. 12 0.62 0.40 7.81

### 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.	0.24	4	0.06	2.80	0.1111
Bloque	0.18	2	0.09	4.26	0.0615
Tratamiento	0.02	1	0.02	0.93	0.3660
Repetición	0.04	1	0.04	1.75	0.2279
Error	0.15	7	0.02		
<u>Total</u>	<u>0.39</u>	<u>11</u>			

### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.25256

Error: 0.0214 gl: 7

Bloque Medias n E.E.

3.00 2.01 4 0.07 A

4.00 1.91 4 0.07 A B

2.00 1.71 4 0.07 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.16010

Error: 0.0214 gl: 7

Tratamiento Medias n E.E.

Fest+Alf 1.92 6 0.06 A

Rg p+TR 1.83 6 0.06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.16010

Error: 0.0214 gl: 7

Repetición Medias n E.E.

2.00 1.93 6 0.06 A

1.00 1.82 6 0.06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Peso parte aérea leguminosas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Parte aérea I.	12	0.66	0.46	41.52

### 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.	4041.57	4	1010.39	3.38	0.0768
Bloque	157.87	2	78.94	0.26	0.7754
Tratamiento	3837.41	1	3837.41	12.83	0.0090
Repetición	46.30	1	46.30	0.15	0.7058
Error	2094.44	7	299.21		
Total	6136.01	11			

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=29.84835

Error: 299.2052 gl: 7

Bloque Medias n E.E.

4.00 44.78 4 8.65 A

3.00 43.63 4 8.65 A

2.00 36.58 4 8.65 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=18.92067

Error: 299.2052 gl: 7

Tratamiento Medias n E.E.

Fest+Alf 59.54 6 7.06 A

Rg p+TR 23.78 6 7.06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=18.92067

Error: 299.2052 gl: 7

Repetición Medias n E.E.

1.00 43.63 6 7.06 A

2.00 39.70 6 7.06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Peso raíces leguminosas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Raíz I.	12	0.64	0.43	54.84

### 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.	1053.82	4	263.45	3.07	0.0931



Bloque	7.01	2	3.50	0.04	0.9602
Tratamiento	1046.08	1	1046.08	12.19	0.0101
Repetición	0.73	1	0.73	0.01	0.9291
Error	600.73	7	85.82		
<u>Total</u>	<u>1654.54</u>	<u>11</u>			

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=15.98546

Error: 85.8181 gl: 7

Bloque Medias n E.E.

4.00 17.90 4 4.63 A

2.00 16.74 4 4.63 A

3.00 16.04 4 4.63 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=10.13308

Error: 85.8181 gl: 7

Tratamiento Medias n E.E.

Fest+Alf 26.23 6 3.78 A

Rg p+TR 7.56 6 3.78 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=10.13308

Error: 85.8181 gl: 7

Repetición Medias n E.E.

1.00 17.14 6 3.78 A

2.00 16.65 6 3.78 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Relación PA/R leguminosas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Relación PA/R I.	12	0.28	0.00	55.95

### Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	8.32	4	2.08	0.69	0.6238
Bloque	0.76	2	0.38	0.12	0.8846
Tratamiento	5.40	1	5.40	1.78	0.2236
Repetición	2.16	1	2.16	0.71	0.4265
Error	21.21	7	3.03		
<u>Total</u>	<u>29.52</u>	<u>11</u>			

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=3.00336

Error: 3.0293 gl: 7

Bloque Medias n E.E.

2.00 3.45 4 0.87 A

3.00 3.05 4 0.87 A

4.00 2.84 4 0.87 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

**Test: Tukey alfa=0.10 DMS=1.90381**

Error: 3.0293 gl: 7

Tratamiento Medias n E.E.

Rg p+TR 3.78 6 0.71 A

Fest+Alf 2.44 6 0.71 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

**Test: Tukey alfa=0.10 DMS=1.90381**

Error: 3.0293 gl: 7

Repetición Medias n E.E.

1.00 3.54 6 0.71 A

2.00 2.69 6 0.71 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

**Peso parte aérea mezclas**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Parte aérea mez.	12	0.06	0.00	22.50

**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.	1325.17	4	331.29	0.12	0.9708
Bloque	323.43	2	161.71	0.06	0.9434
Tratamiento	189.61	1	189.61	0.07	0.8006
Repetición	812.14	1	812.14	0.29	0.6039
Error	19274.70	7	2753.53		
Total	20599.87	11			

**Test: Tukey alfa=0.10 DMS=90.54835**

Error: 2753.5285 gl: 7

Bloque Medias n E.E.

3.00 239.02 4 26.24 A

4.00 234.11 4 26.24 A

2.00 226.41 4 26.24 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=57.39800

Error: 2753.5285 gl: 7

Tratamiento Medias n E.E.

Fest+Alf 237.15 6 21.42 A

Rg p+TR 229.20 6 21.42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=57.39800

Error: 2753.5285 gl: 7

Repetición Medias n E.E.

1.00 241.41 6 21.42 A

2.00 224.95 6 21.42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

### Peso raíces mezclas

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

Raíz mez. 12 0.22 0.00 20.80

### 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.	1226.82	4	306.71	0.49	0.7423
Bloque	475.55	2	237.77	0.38	0.6958
Tratamiento	1.88	1	1.88	3.0E-03	0.9577
Repetición	749.39	1	749.39	1.20	0.3088
Error	4355.54	7	622.22		
<u>Total</u>	<u>5582.36</u>	<u>11</u>			

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=43.04352

Error: 622.2202 gl: 7

Bloque Medias n E.E.

2.00 128.38 4 12.47 A

4.00 118.18 4 12.47 A

3.00 113.26 4 12.47 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=27.28501

Error: 622.2202 gl: 7

Tratamiento Medias n E.E.

Rg p+TR 120.34 6 10.18 A

Fest+Alf 119.54 6 10.18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=27.28501

Error: 622.2202 gl: 7

Repetición Medias n E.E.

1.00 127.84 6 10.18 A

2.00 112.04 6 10.18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Relación PA/R mezclas

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Relación PA/R mez. 12 0.64 0.43 8.26

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
Modelo. 0.32 4 0.08 3.05 0.0941  
Bloque 0.27 2 0.13 5.14 0.0424  
Tratamiento 0.02 1 0.02 0.93 0.3660  
Repetición 0.03 1 0.03 1.00 0.3496  
Error 0.18 7 0.03  
Total 0.50 11

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.27833

Error: 0.0260 gl: 7

Bloque Medias n E.E.

3.00 2.11 4 0.08 A

4.00 2.00 4 0.08 A B

2.00 1.75 4 0.08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.17643

Error: 0.0260 gl: 7

Tratamiento Medias n E.E.

Fest+Alf 2.00 6 0.07 A

Rg p+TR 1.91 6 0.07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).

Test: Tukey alfa=0.10 DMS=0.17643

Error: 0.0260 gl: 7

Repetición Medias n E.E.

2.00 2.00 6 0.07 A

1.00 1.91 6 0.07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.10$ ).