

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DE TRES MEZCLAS FORRAJERAS
EN SIEMBRA DIRECTA

por

Inés BERASAIN GOMES DE FREITAS
Ledis DURET VIGNOLO
Esteban SOSA REVERDITTO

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2015

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. Pablo Boggiano

Ing. Agr. David Silveira

Fecha:

15 de octubre de 2015

Autores:

Inés Berasain Gomes de Freitas

Ledis Duret Vignolo

Esteban Sosa Reverditto

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a Dios por darnos la oportunidad de haber realizado y culminado la carrera.

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.

Al Ing. Agr. Oscar José Bentancur por su ayuda en el análisis estadístico de los resultados.

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.

ABREVIATURAS UTILIZADAS

cm	Centímetros
cm ³	Centímetros cúbicos
Cv	Cultivar
<i>D. glomerata/D.glom.</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
dps	Días post siembra
DS	Densidad de siembra
EN	Enemigos naturales
FA	Facultad de Agronomía
<i>F. arundinacea/F. arund.</i>	<i>Festuca arundinacea</i>
g	Gramos
Ha	Hectárea
kg	Kilogramos
L	Litros
<i>L. corniculatus/L. corn.</i>	<i>Lotus Corniculatus</i>
<i>M. sativa/M. sat.</i>	Medicago sativa
MS	Materia seca
No.	Número
No.pl/m ²	Número de plantas por metro cuadrado
s.f.	Sin fecha
Sem. viab./m ²	Semillas viables por metro cuadrado
s.n.t	Sin notas tipográficas
s.l	Sin lugar
s.p.	Sin páginas
PA	Parte aérea
PR	Parte radicular
pms	Peso mil semillas
ppm	Partes por millón
PS	Peso seco
<i>T. repens/T. rep.</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>T. pratense/T. prat.</i>	<i>Trifolium pratense</i>
UdelaR	Universidad de la República
meq. c/100g	Miliequivalente cada cien gramos

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ABREVIATURAS UTILIZADAS.....	IV
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. <u>OBJETIVOS</u>	2
1.1.1. <u>Objetivos generales</u>	2
1.1.2. <u>Objetivos específicos</u>	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRAFÍA</u>	3
2.1. <u>MEZCLA FORRAJERA</u>	3
2.2. <u>CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES Y CULTIVARES</u>	5
2.2.1. <u><i>Festuca arundinacea</i></u>	5
2.2.2. <u><i>Dactylis glomerata</i></u>	6
2.2.3. <u><i>Lolium perenne</i></u>	8
2.2.4. <u><i>Lotus corniculatus</i></u>	9
2.2.5. <u><i>Medicago sativa</i></u>	10
2.2.6. <u><i>Trifolium repens</i></u>	11
2.2.7. <u><i>Trifolium pratense</i></u>	12
2.3. <u>CONCEPTOS GENERALES DE IMPLANTACIÓN</u>	14
2.3.1. <u>Procesos en la implantación de praderas</u>	14
2.3.2. <u>Establecimiento</u>	14
2.4. <u>DATOS DE IMPLANTACIÓN EN URUGUAY</u>	15
2.5. <u>FACTORES QUE CONDICIONAN UNA CORRECTA IMPLANTACIÓN</u>	16
2.5.1. <u>Peso de la semilla</u>	16
2.5.2. <u>Calidad de la semilla</u>	17
2.5.3. <u>Cama de siembra</u>	17
2.5.4. <u>Inoculación</u>	19
2.5.5. <u>Antecesor</u>	20
2.5.6. <u>Compactación</u>	20
2.5.7. <u>Enfermedades y plagas</u>	21
2.5.8. <u>Enmalezamiento</u>	22
2.5.9. <u>Densidad de siembra</u>	23
2.5.10. <u>Método de siembra</u>	23

2.5.11. <u>Sistema de siembra</u>	24
2.5.11.1. Siembra en línea.....	24
2.5.11.2. Siembra al voleo.....	24
2.5.12. <u>Época de siembra</u>	25
2.5.12.1. Siembras tempranas vs tardías.....	26
2.5.13. <u>Fertilización</u>	27
2.5.13.1. Fósforo.....	27
2.5.13.2. Nitrógeno.....	28
2.5.13.3. Potasio.....	28
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	29
3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EXPERIMENTO.....	29
3.1.1. <u>Lugar, período y descripción del experimento</u>	29
3.1.2. <u>Diseño experimental</u>	29
3.2. VARIABLES EVALUADAS	31
3.2.1. <u>Implantación</u>	31
3.2.2. <u>Estado de desarrollo de gramíneas y leguminosas</u>	31
3.2.3. <u>Porcentaje de cobertura</u>	31
3.2.4. <u>Relación parte aérea/raíz de la pastura</u>	32
3.2.5. <u>Relación pastura/maleza</u>	32
3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	32
3.4. HIPÓTESIS	33
3.4.1. <u>Hipótesis biológica</u>	33
3.4.2. <u>Hipótesis estadística</u>	33
3.4.3. <u>Modelo estadístico</u>	33
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	34
4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÍODO DE EVALUACIÓN.....	34
4.1.1. <u>Precipitaciones</u>	34
4.1.2. <u>Temperatura</u>	35
4.1.2.1. Temperatura ambiente.....	35
4.1.2.2. Temperatura sobre césped.....	37
4.1.2.3. Número de heladas durante el período de evaluación.....	38

4.2. PORCENTAJE DE IMPLANTACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	38
4.2.1. <u>Evolución del porcentaje de implantación de gramíneas, leguminosas y total</u>	38
4.2.2. <u>Porcentaje de implantación de cada gramínea</u>	40
4.2.3. <u>Porcentaje de implantación de cada leguminosa</u>	42
4.2.4. <u>Número de semillas viables y plantas obtenidas a los 90 dps</u>	45
4.2.5. <u>Porcentaje de implantación de cada especie a los 90 dps y promedio por familia</u>	45
4.2.6. <u>Porcentaje de implantación de cada mezcla a los 90 dps</u>	48
4.2.7. <u>Número de plantas obtenidas a los 30, 60, 90 dps, de gramíneas y de leguminosas</u>	50
4.2.7.1. <u>Número de plantas obtenidas a los 90 dps por tratamiento</u>	51
4.3. DESARROLLO DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS.....	51
4.3.1. <u>Desarrollo promedio de gramíneas y su evolución, a los 30, 60, 90 dps</u>	51
4.3.2. <u>Desarrollo promedio de leguminosas y su evolución, a los 30, 60, 90 dps</u>	53
4.4. EVOLUCIÓN DE LA COBERTURA DEL SUELO.	54
4.5. RELACIÓN PARTE AÉREA/RAÍZ.....	56
5. <u>CONCLUSIONES</u>	58
6. <u>RESUMEN</u>	60
7. <u>SUMMARY</u>	61
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	62
9. <u>ANEXOS</u>	72

LISTA DE CUADROS, GRÁFICAS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Implantación de praderas a los 90 dps según mezcla.....	15
2. Datos de peso de mil semillas (pms).....	17
3. Efecto de la ubicación de la semilla sobre el porcentaje de plántulas obtenidas.....	18
4. Densidad de siembra de algunas especies forrajeras.....	23
5. Densidad de siembra según especie.....	30
6. Clasificación numérica de estado de desarrollo.....	31
7. Número de heladas por mes desde la siembra hasta 90 dps.....	38
8. Evolución del número de plantas por especie según fecha de evaluación.....	50
9. Número de pl/m ² logradas a los 90 dps	51
10. Desarrollo de las diferentes gramíneas según mezcla.....	51
11. Desarrollo de las leguminosas.....	53
12. Cuantificación del peso seco (PS) aéreo y raíz de la pastura; relación PS aéreo/PS raíz y pastura/maleza según tratamiento.....	56

Gráfico No.

1. Precipitaciones mensuales de la serie histórica y del período experimental para la EEMAC del año 2013.....	34
2. Temperatura a 1,5 m sobre el nivel del suelo en abrigo meteorológico.....	36
3. Temperatura promedio mensual sobre césped durante el período experimental.....	37
4. Porcentaje de implantación de gramíneas, leguminosa y total a los 30, 60, 90 dps.....	39
5. Evolución del porcentaje de implantación de gramíneas de cada tratamiento.....	41
6. Evolución del porcentaje de implantación de las diferentes leguminosas.....	43
7. Número de sem. viab./m ² y No. de pl/m ² a los 90 dps por especie....	45
8. Porcentaje de implantación de cada especie a los 90 dps y promedio por familia.....	46
9. Porcentaje de implantación por tratamiento.....	48
10. Desarrollo de cada gramínea según día de evaluación.....	52
11. Desarrollo de cada leguminosa según día de evaluación.....	53
12. Porcentaje de cobertura del suelo en diferentes momentos (30, 60 y 90 dps).....	55

Ilustración No.

1. Croquis del experimento.....	30
---------------------------------	----

1. INTRODUCCIÓN

La producción ganadera del Uruguay se desarrolla mayoritariamente sobre campo natural, siendo los mejoramientos del mismo con siembra de especies (principalmente leguminosas) o fertilización, pasturas implantadas y verdeos, estas últimas alternativas se consideran importantes pero ocupan menor superficie.

El campo natural se caracteriza por presentar baja productividad en relación a las praderas sembradas y los verdeos, debido a la variabilidad de los suelos, disminución de especies productivas, pérdida de fertilidad original y manejo realizado. Además la productividad presenta una marcada estacionalidad con muy baja producción en invierno como consecuencia del predominio de especies estivales, tanto éstas como las invernales son en su mayoría de tipo productivo tierno a ordinario, de hábito postrado reduciendo la calidad del forraje presente.

Como consecuencia de esto, surgen alternativas forrajeras como lo son los mejoramientos de campo natural que tienen como objetivo, complementar la producción del mismo, o sea mejorar la calidad de la dieta y suplir el déficit productivo estacional. Para lograr esto, la práctica más utilizada es la siembra en cobertura de leguminosas conjuntamente con fertilización fosfatada.

Los verdeos consisten en la siembra de una especie anual, tanto invernal como estival para cubrir deficiencias forrajeras temporales en períodos críticos, básicamente en invierno o verano. Los mismos se caracterizan por presentar en poco tiempo una alta producción de materia seca de alta calidad.

Las praderas sembradas consisten en la siembra de especies perennes, sustituyendo la vegetación existente. Las mismas pueden ser puras o mezclas de dos o más especies (gramíneas más leguminosas) seleccionadas por su calidad, productividad y/o adaptación. La implantación es determinante para el éxito en cuanto a persistencia y producción de la pradera. Si éstas no se implantan correctamente su producción no será la esperada, conduciendo a un enmalezamiento temprano. Debido a que las semillas forrajeras son chicas, con escasas reservas y crecimiento inicial lento, tienen una baja habilidad competitiva frente a las malezas y como consecuencia se afecta su persistencia.

Para el logro de una correcta implantación de la pastura se debe tener conocimientos básicos (cultivo antecesor, fecha y método de siembra, manejo de fertilización, herbicidas y pastoreo), ya que los mismos son de bajo costo y de alto impacto en la producción de la pradera.

Debido a que para lograr una pastura adecuada uno de los factores a tener en cuenta es la implantación, se planteó como objetivo principal estudiar esta variable. Para esto se evaluó la implantación de tres mezclas forrajeras en siembra directa a los 30, 60 y 90 días luego de la siembra.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivos generales

El principal objetivo del trabajo es evaluar si existe diferencia en la implantación de tres mezclas forrajeras en tres momentos; 30, 60 y 90 días posteriores a la siembra (dps) las cuales están constituidas por:

1-*Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

2-*Medicago sativa* y *Dactylis glomerata*.

3-*Lolium perenne* y *Trifolium pratense*.

Además se cuantificó el porcentaje de cobertura (pastura, mantillo, malezas y suelo descubierto), a los 90 dps se midió objetivamente la biomasa de parte aérea y raíz.

1.1.2. Objetivos específicos

Como objetivo específico se trató de cuantificar la existencia o no de diferencias estadísticas en la implantación de las especies sembradas en diferentes mezclas. Además se evaluó el estado de desarrollo de gramíneas y leguminosas, el porcentaje de enmalezamiento, la proporción de suelo desnudo y restos secos; estas variables se midieron a los 30, 60 y 90 dps. A los 90 dps, se procedió a cuantificar de forma objetiva los gramos de materia seca aérea y radicular por m², para evaluar la biomasa total tanto aérea como radicular, las relaciones parte aérea/ raíz (PA/PR) de la pastura y pasturas/malezas.

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 pueden conducir a los siguientes resultados: mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio y por último falta total de interferencia.

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, 2010b).

Schneiter, citado por Albano et al. (2013) manifiesta que existen razones por las que se justifica realizar mezclas en lugar de cultivos puros, entre ellas: mayor producción, una mejor uniformidad estacional de la misma, menor variabilidad interanual, mejor calidad de la dieta para el animal y menor riesgo de meteorismo. El mismo autor ha demostrado que tanto la producción anual como estacional de la mezcla, dependerá de las especies a incluir y del ambiente al que serán expuestas durante el crecimiento y desarrollo. El ambiente puede sufrir modificaciones tales como defoliación, fertilización y también la aplicación de herbicidas, lo cual controla la composición y producción de la pradera.

Carámbula (2010b) sostiene que tanto gramíneas como leguminosas presentan diferencias en cuanto a la adaptación a regiones tropicales, subtropicales o templadas, lo cual muestran distintas respuestas al clima. Por este motivo es muy usual utilizar mezclas forrajeras multipropósito integrada por tres o cuatro especies complementarias (invernales-estivales) para lograr una entrega de forraje más o menos pareja a lo largo del año.

Santiñaque y Carámbula (1981) también confirman que una pastura compuesta por gramíneas y leguminosas no tiene solo como objetivo alta producción de materia seca distribuidas uniformemente durante el año. Sino también obtener un mejor control de malezas para permitir que la pastura perdure por más tiempo. Zanoniani (2010) menciona que la siembra de mezclas de especies perennes de similar ciclo o complementario disminuyen el período de suelo descubierto en el verano y permite aumentos en la producción de MS de más del 100%, esto permitiría reducir la presencia de malezas en el otoño aumentando la persistencia y productividad de la pastura.

Algunos autores plantean que no existen evidencias de que las mezclas tengan mayores ventajas en el logro de mayor rendimiento que los cultivos puros (Donald, 1963).

Carámbula (2010a) menciona que al instalar una pradera, el objetivo que se pretende lograr es una mezcla mixta de gramíneas y leguminosas bien equilibrada, normalmente lo ideal sería una proporción de gramínea del 60-70%, 20-30 % de leguminosas y únicamente un 10 % de presencia de malezas.

Langer (1981) menciona que hay que elegir la gramínea que mejor se adapte a un tipo de pastoreo, régimen hídrico, competencia frente a malezas, virtudes para ensilar o henificar, etc. Por otro lado Correa (2003) dice que a la hora de elegir la especie a incluir en la mezcla, se debe tener en cuenta la adaptación edáfica de la misma, el lugar a donde se va a sembrar y la duración.

Desde el punto de vista del desempeño de las especies a lo largo de su ciclo de vida, Carámbula (1991) menciona que la mayoría de las mezclas de las pasturas cultivadas a lo largo del tiempo se van desbalanceando y esto lo es a favor de las leguminosas. Pero en contraparte es más fácil la implantación de las mismas que de las gramíneas.

También hay que tener en cuenta para el caso de las leguminosas, la gramínea acompañante. Es así que Romero (s.f.) afirma que *Medicago sativa* sembrada con *Dactylis glomerata* se comporta mejor en cuanto a producción, que si estuviera asociada con *Festuca arundinacea*. Lo mismo pasaría si se mezclara con raigrás anual (*Lolium multiflorum*) como *Lolium perenne*, por la gran agresividad de la misma en fase de establecimiento (Piñeiro, 1986).

Existen tres tipos de mezclas: mezclas simples, mezclas ultra simples y mezclas complejas. Según Santiñaque (1979) las mezclas simples están formadas por pocas especies (una o dos gramíneas y una leguminosa) y las mezclas complejas están integradas por un gran número de especies de ambas

familias. Según Carámbula (2010a) las mezclas ultra simples están formadas por una gramínea y una leguminosa, ambas de ciclo invernal o estival.

Hall y Vough, citados por Gomes de Freitas y Klassen (2011) recomiendan no incluir más de 4 especies por mezcla y asegurarse que tengan similar comportamiento de crecimiento. Es importante que no se incluyan especies de alto crecimiento que puedan desplazar a las perennes.

2.2. CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES Y CULTIVARES

2.2.1. *Festuca arundinacea*

La *Festuca arundinacea* (festuca) se trata de una especie C3, de ciclo productivo invernal, perenne, de hábito de crecimiento cespitoso a rizomatozo, de rizomas muy cortos, con un peso de 1000 semillas de 1,8 a 2,2 gramos (g). Se adapta a un amplio rango de suelos pero prospera mejor en suelos medios a pesados y tolera suelos ácidos y alcalinos. Prospera bien en suelos húmedos y a su vez resiste a la sequía (Carámbula, 2010a).

Para obtener niveles aceptables de producción, la especie requiere condiciones de buena fertilidad (Langer, 1981).

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 mediterráneos son utilizados en climas de menores precipitaciones y veranos secos, puesto que tienen semilatenencia estival que les permiten resistir mejor estas condiciones (Ayala et al., 2010).

Es una especie de buena precocidad otoñal, rápido rebrote de fin de invierno y una floración temprana (setiembre-octubre) (Carámbula, 2010a). Se clasifican en 3 fechas de floración: muy tempranas, con floración de fines de agosto, como ser los cultivares, Quantum e INIA Aurora; tempranas que florecen a mediados de setiembre, como Estanzuela Tacuabé; tardías con floraciones de fines de setiembre como ser Advance e INIA Fortuna (Ayala et al., 2010).

Como desventaja, se trata de una especie de lenta implantación, con plantas poco vigorosas, lo que la hace vulnerable a la competencia por

especies anuales de crecimiento rápido (Cowan, citado por Carámbula, 2010a). Por esta razón se debe manejar con mucho criterio si no se la quiere perder por competencia ya sea por especies forrajeras de buen vigor, malezas o en caso de cultivos asociados con cereales. No se resiembra naturalmente y pueden presentar altos niveles de un hongo endófito *Acremonium coenophialium* que provoca la llamada festucosis en los animales que la consuman (Carámbula, 2010a).

El hongo endófito de *Acremonium coenophialum* produce en la planta una serie de alcaloides, estos le confieren a la planta infectada ventajas adaptativas, como ser tolerancia a la sequía, insectos y nematodos, aumenta el macollaje, persistencia y rendimiento potencial. Dentro de los alcaloides algunos son nocivos para los animales, causando la festucosis. Para evitar esta patología desde la década del 60 se ha puesto especial cuidado en la comercialización de semillas libres del endófito (Ayala et al., 2010).

Con respecto al manejo del pastoreo, si bien la *Festuca arundinacea* resiste el pastoreo continuo, la mejor performance en rendimiento y calidad de la misma, se logra con pastoreos rotativos con ingresos de 15 a 18 cm de altura y remanentes de 5 cm. En primavera éste puede ser intenso y frecuente para evitar la encañazón y en verano debe ser más cuidadoso, con la misma altura de ingreso (15-18 cm) y remanentes mayores (7-10 cm) y si hay sequía en esta época retirar el pastoreo (Ayala et al., 2010).

El 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 largo de lámina/vaina. Su floración es tardía, se da a fines de setiembre (AGTR, citado por Maciel y Tucci, 2015).

Según resultados experimentales de Evaluación Nacional de Cultivares de especies forrajeras, se obtuvo información de producción del cultivar de *Festuca arundinacea* "Ceres Typhoon" para el año 2001 y 2002 de 9526 y 13137 kg MS/ha respectivamente.

2.2.2. *Dactylis glomerata*

El *Dactylis glomerata* (dactylis) es una especie perenne invernada, su hábito de crecimiento es de tipo cespitoso, formando matas individuales, ya que no produce rizomas ni estolones (Ayala et al., 2010). Presenta prefoliación conduplicada, macolla comprimida, coloración algo azulada, hojas con lámina plana, vaina comprimida, lígula aguda y membranosa, inflorescencias de panoja laxa con espiguillas densamente aglomeradas hacia el ápice (UdelaR. FA, 2014).

Se adapta a un amplio rango de suelos, salvo aquellos mal drenados, tiene menores requerimientos de fertilidad que *Festuca arundinacea*, *Falaris sp* y *Lolium perenne* y resiste bastante a la acidez. Otra ventaja que tiene es que tolera el sombreado porque se adapta a siembras asociadas con cereales y es buen competidor para la gramilla (Carámbula, 2010a). La competencia con la misma, se debe a su producción estival tardía, por su resistencia a la sequía y capacidad de crecer en el verano (Ayala et al., 2010). Como también menciona Carámbula (2010a), esta especie se destaca por su resistencia a la sequía y crecimiento durante el verano, más que el raigrás pero menos que la *Festuca arundinacea*. Es moderadamente resistente al frío, produce bien a temperaturas elevadas con disponibilidad suficiente de humedad.

Según Carámbula (2010a), para que no afecte la persistencia de las plantas, el manejo del pastoreo se debería realizar de forma frecuente pero no intenso porque las reservas de la planta se encuentran en bases de macollas y vainas. Cuando el pastoreo se hace más frecuente, la planta adopta hábitos de crecimiento diferente, manifestando un hábito más postrado frente a esa situación (García, 1995). Realizando un manejo rotativo no muy intenso dejando un remanente de 5 cm, se obtienen muy buenos rendimientos. En otoño realizar un manejo más aliviado para que la planta se recupere y reponga reservas. “*Es más susceptible que Festuca al daño por pisoteo*” (Ayala et al., 2010).

La misma no tiene reposo estival y además presenta un sistema radicular superficial lo cual hace que el manejo deba ser cuidadoso en el verano, para obtener buena producción de raíces y el mantenimiento de áreas foliares adecuadas (Carámbula, 2010a).

El *Dactylis glomerata* es más que nada para usarlo bajo pastoreo en mezcla con leguminosas. Es muy apetecible para los lanares y vacunos pero, cuando pasa a floración pierde calidad y es rechazado por los mismos (Carámbula, 2010a).

El cultivar INIA Perseo se adapta a un amplio rango de suelos, tanto arenosos como pesados, pero se comporta mejor en suelos de texturas medias y permeables. Tolerancia muy poca suelos con excesos hídricos, por lo que no sería recomendable utilizar en suelos con mal drenaje (Ayala et al., 2010).

La densidad de siembra recomendada para este cultivar es de 6-10 kg/ha en mezcla, con una profundidad de siembra de 0,5-2 cm. Puede usarse en mezcla con *Medicago sativa*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Es recomendado para mezclas de praderas de larga duración, especialmente en suelos con menor potencial de rendimiento y fertilidad relativa (Ayala et al., 2010).

Este cultivar difiere de INIA Oberón por ser de floración temprana (16 días antes). Es de hábito semi erecto y con color más oscuro que el otro cultivar. También presenta rendimientos mayores a partir del segundo año y buen aporte estivo otoñal que INIA Oberón y buena sanidad foliar (Ayala et al., 2010).

2.2.3. *Lolium perenne*

El *Lolium perenne* (raigrás) es una gramínea perenne invernada, cespitosa, se adapta a zonas de climas templados y húmedos, particularmente aquellos frescos, nubosos y sombríos (Carámbula, 2010a). Es una planta glabra, presenta macollos achatados y sus hojas son de color verde oscuro con nervaduras en su cara superior, siendo la inferior más brillante. Sus aurículas son pequeñas y a veces ausentes, lígula corta, membranosa y transparente, pegada al tallo y poco visible (Muslera y Ratera, citados por Acle y Clement, 2004).

Es de fácil implantación, más precoz que otras gramíneas invernadas perennes. Admite pastoreos continuos y severos, soportando el pisoteo. La densidad de siembra recomendada en cultivo puro es de 20 a 24 kg/ha y en mezclas la dosis es menor según la o las especies asociadas (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 de sus hojas más finas, macollos achatados y semillas sin arista (Ayala et al., 2010).

Según Larraín, citado por Maciel y Tucci (2015) menciona que el *Lolium perenne* cultivar “Base”, tiene la particularidad de estar inoculado con una raza de endófito atenuado, aislado en Nueva Zelanda (cepa AR37). Esta cepa de *Neotyphodium lolii* no produce ergovalinas, lolitremos ni peraminas, por lo que no presenta efectos adversos graves ni permanentes sobre el metabolismo y desempeño animal. Esta raza produce un alcaloide que actuaría simbióticamente apoyando el biocontrol sobre una determinada serie de insectos plaga.

La producción obtenida para el cultivar “Base” de *Lolium perenne* mediante los resultados experimentales de Evaluación Nacional de Cultivares de especies forrajeras fue de 8538 kg MS/ha para el año 2012, en este registro este cultivar es considerado como raigrás bianual (INASE, 2013).

2.2.4. Lotus corniculatus

El *Lotus corniculatus* (lotus) es una leguminosa perenne estival que presenta una raíz pivotante profunda y ramificada, corona bien desarrollada, sin estolones, determinando mayor resistencia al déficit hídrico (Healy, citado por Langer, 1981). Es una planta erecta, con alta densidad de tallos, logrando una buena disponibilidad de forraje, tiene buena producción estival cuando no hay restricciones hídricas.

En siembras tempranas de marzo-abril se obtiene una excelente implantación, logrando buena producción en primavera y en verano, obteniendo plantas con un sistema radicular bien desarrollado. Lo cual permite a las plantas enfrentar el déficit hídrico en esta estación (Ayala et al., 2010). Debido a su resistencia frente a sequía, persistencia y su valor nutritivo se la puede considerar como una especie buena para ser incluidas en mezclas forrajeras; es recomendada en suelos donde la alfalfa no prospera (Formoso, 1993).

Se adapta bien al sombreado lo cual permite siembras asociadas con cultivos de invierno, se recomienda densidades de siembras 5 kg/ha en mezclas y 12 kg/ha puros. Es muy usado en mejoramientos de campo natural, con una densidad de siembra de 10-12 kg/ha aproximadamente. Los principales destinos son el pastoreo directo, henificación y producción de semilla. Para obtener altos rendimientos y buena persistencia se recomiendan pastoreos rotativos aliviados, ya que con pastoreo continuo se producen pérdidas de plantas en torno al 30% (Ayala et al., 2010).

El primer año se obtiene buena producción de forraje, luego al segundo año puede bajar por problemas de podredumbre de raíz y corona debido a su susceptibilidad (Ayala et al., 2010). Según Beuselinck et al., citados por Carámbula (2010a) manifiestan que en *Lotus corniculatus* es más importante obtener cultivares resistentes a enfermedades que buscar mayor persistencia por hábito de crecimiento.

En Uruguay existen dos tipos de *Lotus corniculatus*, Europeo (mayoría de los cultivares) y el Empire (un cultivar) que se diferencia por su crecimiento invernal. El tipo Europeo cuando no ocurren fríos extremos en el invierno, presentan buen crecimiento (sin latencia invernal). Dentro de este grupo están los cultivares: San Gabriel, INIA Draco, Agrosan Trueno, Baco, Cruz del Sur, El Boyero, Zanson.

El cultivar San Gabriel no presenta riesgo de meteorismo, debido a que este cultivar al igual que todas las especies de este género presentan taninos condensados, facilitando el manejo del pastoreo. Se caracterizan por ser menos

exigente en fertilidad con respecto al *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*; tolera bajos niveles de fósforo y se adapta a suelos ácidos (Ayala et al., 2010). Este cultivar se destaca por ser de floración temprana y prolongada, con buena adaptación a suelos marginales y siembras en coberturas sobre diversos suelos de campo natural. Presenta buena producción invernal en comparación con los otros cultivares y con un aporte importante a partir de la primavera temprana (Ayala et al., 2010).

2.2.5. *Medicago sativa*

Medicago sativa (alfalfa) es una leguminosa perenne estival, con hábito de crecimiento erecta a partir de corona. Se adapta a suelos bien drenados y no con mucha acidez, logrando buena persistencia y producción (Langer, 1981).

Su máxima producción se da en la primavera debido a las condiciones óptimas de temperatura y agua. En verano la producción varía según la capacidad de almacenaje de agua de cada suelo y en otoño es relativamente baja (Carámbula, 2008).

Para el logro de una correcta implantación se recomienda sembrar en marzo-abril, pero corriendo el riesgo de afectar la implantación por los excesos hídricos que pueden ocurrir en esta época; admite siembras de primavera temprano pero la desventaja es que no se obtiene un buen desarrollo radicular para enfrentar el estrés hídrico del verano. La densidad de siembra óptima es de 10 kg/ha en mezclas y 20 kg/ha puro (Ayala et al., 2010).

Según Carámbula (2010a), la selección ha apuntado para cortes o pastoreos muy controlados donde el mecanismo de rebrote de la yemas de la corona, se realiza principalmente después de la floración.

Los cultivares de esta especie se clasifican de acuerdo a su reposo invernal, es una característica genética que les permite mantenerse latente durante el período de heladas y bajas temperaturas, esto ocurre luego de una previa acumulación de carbohidratos de reservas 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 se caracteriza por ser de porte erecto y tallos largos, con fecha de floración intermedia. Con latencia invernal corta. Sus mayores rendimientos se logran en suelos bien drenados de textura media a

liviana, fértiles, con alta disponibilidad de fósforo. Es especialmente recomendada para la producción de heno y no se adapta a suelos ácidos. En relación a los cultivares; los nacionales Estanzuela Crioula y Estanzuela Chaná se destacan por su buena performance frente a enfermedades foliares (García et al., 1991).

Los mecanismos de rebrote una vez pastoreada la alfalfa se da a partir, tanto de yemas de la corona como de las yemas axilares de los tallos no consumidos por los animales. La fecha del año y el manejo determinan la cantidad de tallos que se originan de los nudos axilares y de la corona (Rebuffo, 2000).

2.2.6. *Trifolium repens*

El *Trifolium repens* (trébol blanco), según Gibson y Cope, citados por García (1995), se trata de una leguminosa perenne, estolonífera de ciclo invernal, de origen europeo principalmente de la región mediterránea, con su mayor producción en primavera. Es una especie glabra, con muchos tallos y con raíces adventicias en sus nudos. Una vez establecida la planta el sistema radicular primario desaparece (Langer, 1981). Debido a su alta producción de forraje, de alta calidad, persistencia con manejos intensivos (esto se debe a que presenta un porte rastrero, meristemas contra el suelo, índice de área foliar bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior y hojas maduras en el superior) y su habilidad para competir con gramíneas perennes y cederles nitrógeno, esta especie contribuye a formar las mejores pasturas del mundo (Carámbula, 2010a).

Es utilizada en zonas en donde las temperaturas del verano no son extremas y en donde la humedad del suelo no es limitante, de no ser así se pueden perder plantas durante el verano comportándose como una especie anual, dependiendo de que se dé una buena resiembra anual. Si bien presenta ventajas, también existe la desventaja de causar meteorismo en la etapa de crecimiento primaveral (Carámbula, 2010a).

Los cultivares de *Trifolium repens* se clasifican según tamaño de hoja (pequeña, intermedia y grande). Los de hoja pequeña son de tipo salvajes, se caracterizan por ser postrados, con estolones largos, hojas y flores pequeñas, y alta persistencia (Cultivares kend Wild y S. 184) (Langer, 1981). Los de hoja intermedia, presentan caracteres intermedios entre ambos grupos (cultivares Estanzuela Zapicán, El Lucero, etc.) según Ayala et al. (2010) y cultivares de hojas grandes presentan estolones gruesos, hojas y flores grandes y con buena resistencia a la sequía (Langer, 1981).

El cultivar Estanzuela Zapicán se obtuvo mediante la introducción de materiales de Argentina. El mismo supera a la mayoría de los cultivares que aparecen de forma foránea en el país, tanto en lo que respecta a rendimiento y persistencia. Se trata de un cultivar de hoja grande, erecto, con floración abundante y temprana. Se lo cultiva desde los años 60 y ha demostrado muy buena adaptación, de rápido establecimiento y excelente producción invernal y abundante semillazón, lo que asegura un buen banco de semillas para la resiembra natural (Ayala et al., 2010).

La densidad recomendada dependiendo del tipo de mezcla es de 2 a 4 kg/ha., requiriendo un buen nivel de fosforo entorno a los 15 ppm Bray 1 para expresar su potencial (Ayala et al., 2010).

2.2.7. Trifolium pratense

Según Rosengurtt (1979), el *Trifolium pratense* (trébol rojo) se considera una especie bianual de ciclo invernal, con crecimiento erecto a partir de corona y tipo productivo fino. Ayala et al. (2010) manifiestan que es una especie perenne de vida corta, proveniente de regiones templadas, con crecimiento aéreo muy ramificado, semierecto, que surge de una corona situada por encima de la superficie del suelo (Langer, 1981). Ha adquirido mucha importancia por su precocidad, adaptación a todo tipo de siembra, buena distribución estacional y altos rendimientos forrajeros. Estudios sobre el comportamiento en mezclas forrajeras han demostrado que las mayores producciones fueron alcanzadas en aquellas mezclas donde este trébol es el componente leguminosa (Formoso, 2011).

Izaguirre (1995), Carámbula (2010a) consideran que se debe tratar como una especie perenne de vida corta, bianual debido a la presencia de enfermedades y a que su resiembra natural no es confiable, llevando a la desaparición de muchas plantas en el primer verano. Por lo tanto en pasturas constituidas por gramíneas perennes, deberá ir siempre acompañada por alguna leguminosa perenne de vida larga, que posea buena sanidad y obtenga una resiembra natural sin dificultades (Carámbula, 2010a). Ayala et al. (2010) afirman que puede verse perjudicado tanto la productividad como la persistencia, cuando ocurren infecciones de podredumbres radiculares.

Carámbula (2010a), Ayala et al. (2010) manifiestan que el *Trifolium pratense* tolera bien la humedad en invierno y responde de manera excepcional al riego en verano. En los suelos ácidos, por sus bondades puede ocupar el lugar de *Medicago sativa*. Esta especie presenta el inconveniente de producir altos índices de meteorismo en ganado en pastoreo directo, incluso más que

trébol blanco, probablemente porque el volumen y succulencia del forraje son relativamente mayores (Izaguirre, 1995).

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

Tiene buena precocidad con alta producción otoño-invierno-primaveral y en caso de que no haya déficit hídrico su producción puede continuar en el verano. Presenta muy buen vigor inicial y rápido establecimiento (Carámbula, 2010a). Es una leguminosa erecta como el *Lotus corniculatus* y *Medicago sativa*, presenta un crecimiento sincrónico en la mayoría de sus tallos, sus meristemas nodales intercalares están activos a partir de las etapas iniciales de los rebrotes, por ese motivo alargan sus entrenudos continuamente (Rebuffo y Altier, 1996).

En general, el *Trifolium pratense* no tolera el pastoreo intenso y frecuente, el pastoreo intenso reduce el rendimiento. El mismo más prolongado y frecuente ocasiona una rápida muerte de las plantas, probablemente por agotamiento de las reservas almacenadas en la raíz para el rebrote (Langer, 1981). El manejo más adecuado según Carámbula (2010a) es pastorear con una frecuencia de 15-18 cm en invierno y 20-24 cm en primavera con una intensidad de 4-5 cm, y poder acumular reservas.

La densidad de siembra apropiada es de 12 kg/ha puro y en mezcla 5 kg/ha. Se recomienda su uso con especies que tengan rápido crecimiento y ciclo corto, una alternativa podría ser siembra asociada con cebadilla o achicoria. No se recomienda sembrar a altas densidades, por ser muy agresivo y tampoco con especies perennes.

El *Trifolium pratense* se clasifica según su grado de latencia invernal en: con latencia, latencia intermedia y sin latencia. Dentro de estos tres, el más difundido en el Uruguay es el sin latencia.

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 invernal y con una floración temprana. Ésta 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 invernal. 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. Esta variedad también puede verse afectada a partir del segundo año por podredumbres radicales, temperaturas elevadas y déficit hídricos, todo esto conlleva a la disminución del número de plantas. El mismo 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, ya que presenta alta tasa de crecimiento primaveral (Ayala et al., 2010).

2.3. CONCEPTOS GENERALES DE IMPLANTACIÓN

2.3.1. Procesos en la implantación de praderas

Durante la implantación de praderas se da la germinación, emergencia y establecimiento. El porcentaje de establecimiento se define en las primeras etapas de vida de la pradera (período de desarrollo), finalizando entre 10 y 12 semanas luego de la siembra, donde se hayan implantadas la mayoría de las plántulas que contribuirán positivamente a formar la pastura. Para que los tres procesos se cumplan de manera eficiente, es crucial respetar aspectos que logren el éxito en la implantación de una pradera. Algunos de ellos son la calidad de semilla, las especies a sembrar, la preparación del suelo, el contenido de nutrientes del mismo y los inoculantes, la época, densidad, método y profundidad de siembra, etc. (Romero, s.f.).

2.3.2. Establecimiento

Según Carámbula (1991) la fase de implantación es particularmente crítica en el establecimiento y producción de pasturas del Uruguay.

“El establecimiento exitoso de una pradera requiere tanto o mayor cuidado que los cultivos tradicionales, en términos de preparación de suelos. Ello se debe a que las especies forrajeras presentan un menor tamaño de semilla, una emergencia menos agresiva, lo que es caracterizado por una menor área foliar, haciéndola poco competitiva en sus inicios” (Oriella y Teuber, 2006).

El establecimiento hace referencia al número de plántulas saludables que se establecen 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 hallan implantadas la mayoría

de las plántulas (Carámbula, 2010b). Según Bobadilla (2010) considera que la eficiencia de implantación difícilmente supere el 30%, siendo la misma, número de plántulas logradas según número de semillas viables sembradas. Los valores más frecuentes se encuentran en torno al 20%.

2.4. DATOS DE IMPLANTACIÓN EN URUGUAY

Brito del Pino et al. (2008) en un relevamiento de 58 chacras obtuvieron un promedio de implantación a los 90 dps de 29,3%, variando según la mezcla entre valores de 24,01 a 36,21%, no existiendo diferencias entre los 45 y 90 dps y entre gramíneas y leguminosas.

Cuadro No. 1. Implantación de praderas a los 90 dps según mezcla

Mezcla	Implantación de praderas a los 90 días
1. Gramínea perenne + leguminosas	24,13 b
2. Gramínea perenne + leguminosas + raigrás	24,01 b
3. Gramínea perenne + leguminosas + trigo	36,21 a

* Las letras diferentes significan diferencias estadísticas al 5%

Fuente: Brito del Pino et al. (2008)

Para Brito del Pino et al. (2008) *“La implantación cuantificada a los 90 días muestra diferencias significativas según el tipo de mezcla sembrada. La mezcla 3 es la de mayor implantación, explicado por la presencia del trigo en la mezcla, ya que es una especie que debido a su mayor tamaño de semilla y vigor inicial, puede lograr un mejor porcentaje de implantación que cualquier otra especie en cuestión”*. Concordando con lo indicado por Carámbula (2010b), que dice que las especies anuales y de mayor tamaño de semilla tienen porcentajes más altos de implantación. La mezcla 1 y 2 no mostraron diferencias entre ellas, pero tuvieron una menor implantación que la mezcla con trigo debido a lo explicado anteriormente (Brito del Pino et al., 2008).

Según Acle y Clement (2004) confirman que con los resultados obtenidos, la implantación se trata de un proceso ineficiente, ya que el promedio de implantación de las mezclas fue de 46% a los 50 dps, similares a los obtenidos por Fariña y Saravia (2010), que obtuvieron a los 60 dps un 45% de implantación.

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

2.5. FACTORES QUE CONDICIONAN UNA CORRECTA IMPLANTACIÓN

Una buena implantación de las pasturas determina el éxito desde el punto de vista de la persistencia y productividad, lo cual se ve reflejado en un mejor resultado económico de la inversión. De lo contrario una mala implantación se puede dar debido al cultivo antecesor, fecha y método de siembra, calidad de semilla, temperaturas y humedad del suelo, sobrepastoreo, compactación, inoculación, curasemillas, enfermedades, preparación de la sementera, enmalezamiento, enfermedades y el control de hormigas, ésta última antiguamente se aplicaba de forma sistemática (Formoso, 2008).

También Ferrari (s.f.) afirma que las dificultades en implantación están asociadas a razones lógicas del sistema, entre ellas el tamaño de semillas, que en su mayoría son pequeñas o sea escasa energía germinativa, con lento crecimiento inicial y alta exigencia en cuanto a la calidad de la cama de siembra, impidiendo una buena capacidad de competencia con malezas. Además de todo, la siembra se realiza con sembradoras no específicas para pasturas, con distancias entre abre surcos no menores a 17,5 cm favoreciendo la aparición de malezas y aumentando la competencia entre plantas en la línea.

2.5.1. Peso de la semilla

El peso de la semilla determina su contenido de reservas y por ende su vigor inicial; lo cual permite mayor porcentaje de implantación, mayor presencia de raíces, menor tiempo para iniciar el crecimiento de tallos. Esto le da a la planta una mejor adaptación frente a condiciones estresantes.

“Estas características se traducen en la práctica, en menores riesgos de perder la pastura, mayores tasas de crecimiento inicial y mayor precocidad en entregando rendimientos de materia seca superiores” (Formoso, 2007b).

Este factor puede afectar negativamente el desempeño de las plántulas. En muchas de las especies forrajeras hay evidencias de la existencia de correlaciones positivas y significativas en el vigor de las plántulas y el peso de las semillas (Beuselinck et al., Stanton, citados por Carámbula, 1996).

En el cuadro siguiente se detalla por algunos autores los valores de peso de mil semillas.

Cuadro No. 2. Datos de Peso de Mil Semillas (PMS)

Espece	PMS (g)	Fuente
<i>Medicago sativa</i>	2,0	Biscayart (s.f.)
<i>Trifolium repens</i>	0,6	Biscayart (s.f.)
<i>Trifolium pratense</i>	1,7	Biscayart (s.f.)
<i>Lotus corniculatus</i>	1,2	Formoso (2007a)
<i>Festuca arundinacea</i>	2,2	Formoso (2007a)
<i>Dactylis glomerata</i>	1,0	Biscayart (s.f.)
<i>Lolium perenne</i>	2,0	Biscayart (s.f.)

2.5.2. Calidad de la semilla

En cuanto a la calidad de semilla, Formoso (2008) hace hincapié de como los productores no tienen en cuenta este factor a la hora de planificar la siembra, arriesgando una inversión costosa de varios años por querer bajar costos. Teniendo como probables consecuencias sembrar una variedad poco adaptada, de baja producción, precocidad, persistencia, susceptible a enfermedades, baja pureza, baja germinación, bajo peso de 1000 semillas y alto riesgo de contaminación de malezas prohibidas, impidiendo de lograr resultados satisfactorios. La clave para no enfrentarse con esta situación, sería usar semilla con identidad varietal y con garantía de etiqueta con la firma de un técnico responsable. Carámbula (2010a) define como buena semilla, aquella que posea buen poder germinativo sin impurezas ni semillas de malezas u otras especies cultivadas que perjudicarían el establecimiento de la pastura. Bobadilla (2010) destaca que utilizar semilla de buena calidad es sumamente importante por el alto impacto en las implantaciones, pero comúnmente es subvalorado y se prioriza precio en lugar de calidad.

2.5.3. Cama de siembra

Para el caso de una buena cama de siembra, los aspectos más importantes que pueden repercutir en el sistema semilla-suelo, serían los restos vegetales, la estructura más superficial del suelo donde se localiza la semilla, la temperatura y humedad del mismo. La temperatura influye directamente sobre la velocidad de germinación y actúa enlenteciendo o acelerando este proceso y en algunos casos causando la muerte de plántulas. Siembras realizadas con menor disponibilidad de agua y con altas temperaturas, pero con el suelo cubierto con rastrojos, protege a la semilla de la desecación, a diferencia de un

suelo desnudo. La humedad es un factor muy variable, siendo ésta una de las principales causas de una mala implantación (Formoso, 2008).

Según Formoso (2008), la semilla necesita un suministro continuo de agua porque de lo contrario ocurre la muerte del embrión no llegando a emerger la plántula, también la falta de agua después de emergida puede causarle la muerte. Esto se puede evitar con una profundidad de siembra adecuada, suelo cubierto por rastros y fecha de siembra con temperaturas no muy elevadas. Lo cual podría ser solucionado mediante el uso de disqueras con laboreo superficial de 5 cm.

En el siguiente cuadro se observan diferentes profundidades de siembra y sus resultados.

Cuadro No. 3. Efecto de la ubicación de la semilla sobre el porcentaje de plántulas obtenidas

Contacto semilla - suelo						
Colocación de la semilla de Lotus y germinación						
Siembra en cobertura	1/3 enterrada	1/2 enterrada	1 cm	2 cm	SUELO	
11	10	5	4		días para iniciar germinación	
23	16	12	6		días para germinación final	
16	37	54	62	46	6	% Plántulas

Fuente: Formoso (2008)

Cuanto mejor contacto tenga la semilla con el suelo, enterrada a 1/3 o a 1/2 asegura una adecuada absorción del agua por la semilla, disminuyendo los días necesarios para que ocurra la germinación y obtener mayores porcentajes de implantación (54 y 62%, valores que son muy buenos, difícil de lograr en la práctica). En siembras en cobertura el contacto semilla-suelo no es de los mejores y por tanto se pierden muchas semillas, disminuyendo la implantación, lográndose valores de 16% pero mejorando a 37% si se pasa una rastra de diente invertida. También el cuadro muestra claramente el impacto de la profundidad de siembra sobre la implantación (Formoso, 2008). Las semillas de gramíneas requieren de una profundidad de siembra de 2-2,5 cm y deben ser

tapadas, mientras que las leguminosas no deberían sembrarse a profundidades mayores a 1,5 cm (Ferrari, s.f.), pero algunas especies tales como el *Lotus corniculatus* y el *Trifolium repens* germinarán igual aunque no se encuentren tapadas (Bobadilla, 2010).

Según Mujica y Rumi (1998), el sombreado de los cotiledones en el estadio “cotiledones desplegados” afecta negativamente el peso seco (total, aéreo y radical), área foliar, longitud del eje principal y raíz, número de tallos en la corona, número de hojas desplegadas y la relación área foliar/ longitud de la raíz.

2.5.4. Inoculación

La inoculación es un proceso indispensable para obtener un buen establecimiento, mayor producción de forraje y persistencia, fundamentalmente cuando la siembra se realiza por primera vez (Carámbula, 1977).

El objetivo de la misma es lograr una cubierta sobre la semilla de la leguminosa, con una cantidad suficientemente alta de *Rhizobium* vivos de la línea apropiada para obtener una nodulación efectiva en el campo. El mismo es un proceso simple pero con muchas posibilidades de error. Las semillas deben ser secadas y sembradas tan pronto como sea posible (FAO, 1991).

El trébol blanco y rojo son inoculados con una bacteria específica llamada rizobio (*Rhizobium trifolii*) y la alfalfa con otra llamada *Rhizobium meliloti*. Estos microorganismos fijadores de nitrógeno se comercializan bajo el nombre genérico de “inoculante”. La inoculación o incorporación de bacterias junto a las semillas de leguminosas es una práctica necesaria en toda siembra de praderas mixtas o pura, especialmente en lugares donde nunca se ha incluido inoculantes en siembras anteriores; es fácil de implementar y de bajo costo.

Luego de inoculada la semilla, se realiza el peleteado de la misma, lo cual consiste en la aplicación de sustancias sólidas o líquidas con sólidos disueltos o suspendidos, con el fin de obtener una semilla pesada y más grande (Scott, citado por Clemente y Gutiérrez, 2000). Además genera un ambiente ideal para la sobrevivencia del *rhizobium*, favoreciendo una nodulación efectiva (Carámbula, 1977).

2.5.5. Antecesor

Triñanes y Uriarte (1984) destacan que el cultivo antecesor juega un rol importante en el rendimiento del cultivo a sembrar. Y que los rastros afectan la estructura del suelo, lo cual condiciona el crecimiento de las plantas por su dependencia de la relación agua-aire-suelo. Con esto se logra un ambiente adecuado para el desarrollo radicular, lo cual está muy ligado a los diferentes sistemas radiculares de los antecesores. Según Morón (2001) hay que manejar adecuadamente los rastros, lo cual significa conocer los efectos que los mismos producen en el suelo, porque condicionan las propiedades físicas (agua, temperatura y erosión), biológicas (cantidad y composición de la biomasa microbiana, mineralización e inmovilización de nutrientes) y químicas (carbono, nitrógeno, materia orgánica y pH).

También el cultivo antecesor puede generar sustancias alelopáticas, esto implica la liberación de compuestos químicos que pueden limitar la correcta implantación del cultivo siguiente, con claros síntomas de malformaciones, acortamientos, engrosamientos, necrosis y pérdida de desarrollo de pelos radiculares (Inderjit et al., Patrick, Mcfarlane et al., citados por Améndola y Armentano, 2003). Bobadilla (2010) pone de manifiesto que no sería lo ideal que el antecesor sea una pradera debido a los posibles efectos alelopáticos negativos que pueden afectar la germinación y desarrollo de otras plantas de la misma o distintas especies; otra cosa muy común es la compactación del suelo, la presencia de plagas y enfermedades que estaban en el período anterior y que perjudicará seguramente a la nueva pastura.

Según Formoso (2008), los mayores rendimientos de las pasturas se registran cuando no hay presencia de gramilla (*Cynodon dactylon*), el mismo efecto se observa en tratamientos de gramilla quemada con glifosato vs gramilla quemada con glifosato y fuego. El fuego tiene sus beneficios tales como mejorar sustancialmente la implantación, producción de MS y precocidad, pero no se puede abusar de esta práctica debido a la pérdida de materia orgánica.

2.5.6. Compactación

La compactación es un factor que también afecta la implantación de pasturas, este fenómeno es esperable en predios de producción intensiva de carne y/o leche, por la alta dotación y peso de los animales y el uso continuo de siembra directa (Formoso, 2008).

Para lograr la descompactación superficial del suelo, Ernst y Siri (2008) mencionan que con la aplicación de un herbicida total para controlar el tapiz, se genera un “tiempo de barbecho químico” lo cual genera la descomposición de

los restos vegetales aéreos y raíces, permitiendo descompactar el suelo y además acumular nutrientes (nitrógeno) y agua.

2.5.7. Enfermedades y plagas

Cuando una enfermedad es detectada en una pastura, son pocas las medidas de control de aplicación práctica. Debido a este motivo, la medida más efectiva es la prevención de las enfermedades y/o la minimización de las pérdidas que ellas ocasionan; el concepto de “manejo” resulta entonces más apropiado que el de “control” (Altier, 1996).

Según Pérez y Altier (2000) la enfermedad de implantación llamada damping-off, es de destacada importancia ya que afecta el establecimiento del stand inicial de plantas y la resiembra natural. Esta enfermedad es generada por un conjunto de hongos patógenos del suelo donde predominan especies del género *Pythium* y en menor grado de los género *Rhizoctonia* y *Fusarium*, lo cual provocan fallas en la emergencia y muerte de plántulas pos-emergencia que reducen el stand inicial de plantas de la pastura. Las condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad son, exceso de humedad y bajas temperaturas del suelo, mientras que las poblaciones de insectos plagas se ven favorecidas con mayores temperaturas y déficit hídrico. Por lo tanto la primera herramienta a considerar para reducir el riesgo de enfermedades e insectos plaga es la época de siembra. Según Altier (2000) *“es un aspecto que se agrava sustancialmente si además se utiliza semilla de mala calidad. En el caso de los insectos plaga el inconveniente radica en que no siempre logramos detectar el problema a tiempo para que el control sea efectivo en plántula pequeña. Es en este período crítico del establecimiento donde el uso estratégico de curasemillas reduce estos riesgos, fundamentalmente en las leguminosas forrajeras perennes”*.

Según Altier (2010), las enfermedades en implantación traen como consecuencia daños en semillas, raíces de plántulas durante la germinación, pre y post-emergencia temprana debido a la incidencia de patógenos del suelo o de la semilla. Las mismas pueden afectar las pasturas ya establecidas y la implantación. Aparecen cuando la calidad de la semilla no es buena, afectando la germinación y el vigor, lo cual lo hace más susceptibles a los patógenos del suelo. Chakraborty et al., citados por Altier (2010) concluyen que este factor causa a nivel mundial pérdidas del 10% en producción animal.

Las condiciones de excesos de lluvias con alta humedad del suelo y bajas temperaturas, facilitan la aparición de *Pythium* y *Phithophthora* que causan la podredumbre de semilla y de las plántulas durante la germinación y como consecuencia una baja implantación. Las enfermedades foliares de

plantas ya establecidas son causadas principalmente por los patógenos *Stemphylium*, *Leptosphaerulina*, etc. (Altier, 2010).

Alzugaray y Ribeiro (2000), afirman que las praderas sembradas y campos naturales tienen ciertas particularidades que favorecen la aparición de los enemigos naturales (EN) de los insectos fitófagos. Los mismos proporcionan a los EN un lugar para mantener o desarrollar poblaciones, que luego actuarán frente a los insectos plaga. Los insectos más comúnmente encontrados en pasturas son móridos, trips, pulguitas, pulgones, arañuelas, grillos, lagartas, insectos del suelo, avispidas y chinches.

2.5.8. Enmalezamiento

“Las malezas son una de las causantes más importantes en la pérdida de pasturas. Por este motivo, es vital reducir al mínimo el efecto que ellas provocan. La mejor de las recomendaciones, es lograr, desde el inicio, una pastura limpia” Bobadilla (2010). *“El tipo de enmalezamiento presente en la chacra debe ser evaluado antes de la toma de decisión de la o las especies a sembrar.”* Existen para las distintas especies forrajeras herbicidas para el control del abanico de malezas más difundidas (Ríos, 1996).

Es fundamental el control durante la emergencia y posterior desarrollo de las plantas forrajeras, para poder alcanzar el potencial de las especies sembradas al reducir la competencia. El mismo puede ser tanto químico como mecánico (Romero, s.f.).

En pradera nueva, la presencia de malezas puede ser un problema. Se encuentran muchos herbicidas para su control, pero en muchos de los casos la “pezuña y diente” con altas cargas durante períodos cortos de tiempo, pueden ser los mejores controladores de malezas y menos costoso (Langer, 1981).

Ball et al., citados por Gomes de Freitas y Klassen (2011) han demostrado que existen muchas razones para el control de malezas en cultivos forrajeros, ya que no solo reducen la calidad y cantidad de pasturas, sino que también compiten por humedad, nutrientes, luz y espacio. Pero en contraparte los mismos afirman que las malezas hacen una buena contribución, en lo que refiere al control de la erosión y a su aporte en la dieta por el alto valor nutritivo que presentan.

Se puede decir que la presencia de plántulas de malezas en la fase de establecimiento de pasturas, actúan protegiendo a las leguminosas de factores ambientales adversos (Ríos, 2007).

Querer corregir una mala planificación que limite a las malezas, ocasionaría costos elevados y controles no siempre efectivos (Luz, citado por Bobadilla, 2010).

Cuanto antes la pastura sembrada cubra el suelo, mejor se adaptará, frente a la aparición de malezas, al pisoteo y la selectividad animal, pero también la entrega de forraje será más importante desde el primer año (Carámbula, 2008).

2.5.9. Densidad de siembra

Según Carámbula (1996), las densidades de siembra de los mejoramientos de campo, deben proveer cantidades adecuadas de semillas que aseguren poblaciones apropiadas de plantas, adquiriendo mayor importancia principalmente en el año de instalación.

En especies de establecimiento rápido, aún con bajas densidades iniciales, se pueden alcanzar poblaciones adecuadas en mezclas simples con cierta facilidad. Sin embargo, cuando se trabaja con especies de establecimiento lento, es recomendable usar dosis elevadas de forma que cubran el suelo cuanto antes y compitan mejor con las malezas, que en general suelen tener en los momentos iniciales una mayor rapidez de crecimiento (Muslera y Ratera, 1984).

En el cuadro siguiente se observan las densidades de siembra puro o en mezcla para las diferentes especies.

Cuadro No. 4. Densidad de siembra de algunas especies forrajeras

ESPECIE	DENSIDAD (kg/ha)		FUENTE
	PURO	MEZCLA	
<i>Medicago sativa</i>	15-18	10-15	Formoso (2007a)
<i>Trifolium repens</i>	3-5	1-2	“
<i>Trifolium pratense</i>	-----	10-12	“
<i>Lotus corniculatus</i>	12	8-10	“
<i>Festuca arundinacea</i>	10-15	9-12	“
<i>Dactylis glomerata</i>	10-15	8-10	“
<i>Lolium perenne</i>	18-25	10-15	Ayala et al. (2010)

2.5.10. Método de siembra

Olmos (2001), afirma que el método de siembra no es tan prioritario para lograr una buena implantación con una población estable cuando la

especie tiene buena adaptación a las condiciones de clima, suelo y topografía. El mismo autor menciona que existen en nuestro sistema de producción tres métodos de siembra más utilizados, estos son: siembra en cobertura, siembra directa y siembra con sembradora a zapata.

Para la realización del método de siembra directa es necesario primero la aplicación de un herbicida que controle la vegetación existente y luego pasar la máquina de siembra directa que permita depositar la semilla dentro del suelo.

2.5.11. Sistema de siembra

2.5.11.1. Siembra en línea

Pautasso (2013) destaca que *“La siembra en línea permite una rápida germinación y mayor seguridad de implantación, debido a que se logra una distribución más uniforme de la semilla en profundidad y un mayor contacto de la misma con el suelo. En general las leguminosas poseen una muy baja emergencia con siembras que superen el centímetro de profundidad mientras que las gramíneas toleran hasta los dos centímetros”*.

Carámbula (2008) afirma que la siembra en línea permite colocar la semilla y el fertilizante a distancias cercanas (líneas o bandas), lo cual conduce a una mayor eficiencia de ambos insumos. Trayendo como consecuencia menores gastos en el establecimiento y un mayor aprovechamiento de los mismos, especialmente cuando las plántulas de las especies forrajeras requieren una alta disponibilidad de nutrientes. Pero hay que tener en cuenta que éste tipo de siembra puede traer un crecimiento agresivo de las especies más vigorosas sombreando a las de crecimiento más lento. En la siembra en línea, se puede controlar la profundidad de la semilla y localizar el fertilizante bajo la semilla (Oriella y Teuber, 2006).

2.5.11.2. Siembra al voleo

La siembra al voleo consiste en distribuir la semilla sobre la superficie del suelo, sin un control de la profundidad ni de la localización del fertilizante. Para una mejor eficiencia en la siembra se puede pasar una rastra de clavos o pisoteo con ganados para un mejor contacto semilla-suelo (Oriella y Teuber, 2006).

Según Withe et al., citados por Blanco (2008), destacan que la siembra al voleo tiene algunas virtudes tales como rapidez, sencillez y la capacidad de lograr una rápida cobertura del suelo. Pero lo malo de este sistema es que se

obtienen una emergencia lenta y desaparece de las plántulas, un uso mayor de semillas y una menor eficiencia del uso de fertilizante.

2.5.12. Época de siembra

La época de siembra es uno de los factores más importantes que determina la germinación, emergencia y establecimiento de la pastura. Si no se tiene en cuenta este factor, de nada sirve aplicar correctamente las otras medidas de manejo como ser profundidad, densidad, método de siembra, fertilización inicial, etc. (Carámbula, 2008). Al cambiar la época de siembra estamos alterando el microambiente en el cual se desarrollan las plantas (Millot et al., 1987). Stepper et al., citados por Carámbula (2008) afirman que se fija una fecha de siembra con el objetivo de lograr que las plántulas alcancen un desarrollo rápido para poder sobrevivir a factores climáticos adversos.

Un factor clave para la siembra de otoño es la temperatura del suelo, asociada a la germinación y emergencia. Siembras efectuadas en la primera quincena de marzo, con riego posterior a la siembra, la alfalfa y otras leguminosas son las primeras que emergen, haciéndolo de 4 a 5 días, en tanto las gramíneas demoran de 8 a 10 días. Sembrando en esta fecha y regando inmediatamente, se produce la emergencia antes de que se forme encostramiento. Mientras que en siembras tardías (segunda quincena de abril), la emergencia se produce luego de los 10 días, período suficiente para que haya oreado y formado una costra que impide la normal emergencia de las plántulas (Barbarrosa, s.f.).

Tanto leguminosas como gramíneas de clima templado, presentan un rango de temperaturas que va desde 5 a 35 °C, y un óptimo entre 19 y 25 °C. Se debe tener la precaución con las siembras tardías (segunda quincena de abril a la primera quincena de junio), porque si bien puede haber germinación y emergencia, las heladas pueden afectar a las pequeñas plántulas, especialmente en el estado que va desde cotiledones hasta pasado primer hoja simple. La resistencia a las bajas temperaturas aumenta cuanto mayor son las reservas en las raíces, obteniéndose con siembras tempranas (primera quincena de marzo), esto da lugar a que se llegue a mediados de mayo con una raíz de aproximadamente 10-12 cm donde ya tiene reservas suficientes para soportar las bajas temperaturas invernales (Barbarrosa, s.f.).

Puede existir competencia entre gramíneas y leguminosas debido a las diferencias en porcentaje de implantación ya que existe desigualdad en cuanto a los requerimientos de agua para la germinación. Las leguminosas son menos exigentes que las gramíneas, la imbibición de la semilla es más rápida debido a que las leguminosas presentan una capa de células especializadas debajo de

las cubiertas seminales, que actúan de tal manera permitiendo la absorción del agua, mayor tamaño del embrión y la alta capacidad de absorción de agua del mismo en comparación a las gramíneas. Estas características hacen más competitivas a las leguminosas frente a las gramíneas en ambientes desfavorables de humedad para la germinación (Carámbula, 2008).

Donald, citado por Silveira (2005) afirma que la competencia es netamente física, y que la misma surge de la reacción de una planta sobre los factores físicos que la rodean y del efecto de los factores modificados sobre sus competidores. No importa lo cerca que estén dos plantas, las mismas no compiten entre sí, mientras no falte el agua, nutrientes, luz y temperatura que necesita cada planta. Cuando uno solo de estos factores está por debajo de la demanda de las plantas, la competencia comienza.

Según Herriott, citado por Carámbula (2008) tanto la temperatura del suelo como la del aire afectan según fecha de siembra el comportamiento de la semilla. A partir de marzo se registran temperaturas promedio de 25 °C determinado mejor establecimiento de la pastura, sin embargo cuando la siembra es en el mes de mayo, es posible la ocurrencia de temperaturas mínimas de 5 °C, las que pueden ocasionar pérdidas de plántulas y lento crecimiento de las sobrevivientes. El comportamiento es diferente dentro de las familias, siendo más afectadas las gramíneas perennes y leguminosas estivales como ser *Medicago sativa* y *Lotus corniculatus*, mientras que las gramíneas anuales invernales y los tréboles son capaces de germinar a temperaturas más bajas. Las leguminosas pueden también ver alterado su crecimiento por el efecto de las temperaturas en el proceso de simbiosis (Carámbula, 2008).

2.5.12.1. 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 éstas 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. Para lograr producción temprana en invierno se debe sembrar temprano en el otoño, logrando así un crecimiento importante de la parte aérea a temperaturas moderadas y una respuesta progresiva de la parte radicular y llegar a épocas críticas de déficit hídrico con buen desarrollo radicular (Carámbula, 2008).

La fecha de siembra está directamente relacionada con el momento del primer pastoreo, es así que siembras tempranas pueden ser pastoreadas a fin

de otoño o invierno. Lo contrario ocurre en siembras tardías, teniendo como resultado pastoreos en primavera, recarga de otras áreas del sistema mientras éstas se implantan y una disminución en el período otoño-invernal de por lo menos 3000kg de MS/ha (Zanoniani, 2010).

2.5.13. Fertilización

Antes de instalar una pradera, se recomienda verificar el nivel de fertilidad del suelo a través de un análisis para ver si el mismo cuenta con las condiciones para el establecimiento, especialmente de praderas permanentes, o si es necesario un cultivo previo para aumentar la fertilidad. *“La dosis de fertilizantes y el balance entre los diferentes macro y micronutrientes aplicados, es uno de los factores más importantes en el éxito del establecimiento y persistencia de las praderas”* (Romero, s.f.).

El establecimiento de una pradera permanente en un suelo muy fértil es una inversión biológica y económicamente rentable. También la regeneración de la pradera es una tecnología disponible, que permite incrementar la productividad y calidad de las mismas. El agregado de fertilizantes con una cantidad y en un balance adecuado entre los macro y micronutrientes, permite la recuperación de una pradera degradada en el tiempo. Este manejo permite mantener o incluso mejorar la calidad y el rendimiento de los distintos tipos o condiciones de praderas (Teuber, s.f.).

El mismo autor afirma, que hay que elegir las especies forrajeras que mejor se adapten a las condiciones edáficas, tales como características físicas del suelo (textura, estructura, profundidad efectiva, pendiente, drenaje, humedad, etc.), características químicas (acidez, nivel de fósforo, aluminio, etc.).

2.5.13.1. Fósforo

En general se observa diferentes comportamientos frente al agregado de fósforo entre gramíneas y leguminosas. Las leguminosas al tener requerimientos elevados, se hacen imprescindible el agregado de este nutriente si se quiere lograr una buena implantación (Carámbula et al., 1994). Por ser un nutriente que en nuestro país está en niveles naturales muy bajos, se lo considera el más importante ya que limita el crecimiento de las pasturas, especialmente de leguminosas.

Los requerimientos a la implantación son máximos para las leguminosas debido a varios factores, entre ellos, que las plántulas son pequeñas, con escaso desarrollo radicular, por lo tanto poco volumen de suelo

explorado y a que las especies son sembradas en una época en la cual las temperaturas bajan rápidamente. Por estas razones los requerimientos de fósforo para la instalación de la pradera son mayores que para el mantenimiento de la misma ya establecida (Bordoli, s.f.).

Bordoli, citado por Daverede et al. (1999) define los niveles críticos de fósforo asimilable (método Bray No. 1) para suelos del sur del país en alfalfa de 20 a 25 ppm, trébol blanco de 15 a 16 ppm, trébol rojo 12 a 14 ppm, lotus de 10 a 12 ppm y para las gramíneas 8 a 10 ppm.

Por otra parte Chilibroste et al. (1982) encontraron en un experimento hecho en un planosol melánico de la unidad de San Ramón, baja respuesta al agregado de fósforo en trébol rojo, debido a que el suelo presentaba 13 ppm, el cual está en el rango denominado crítico para esta especie.

2.5.13.2. Nitrógeno

Es indudable la importancia del nitrógeno en la implantación y producción, tanto en pasturas de gramíneas de corta y larga duración y en campo natural debido a la escasez de leguminosas que fijan nitrógeno del aire y poder mejorar la disponibilidad de este nutriente en el suelo (Bordoli, s.f.).

Carámbula (1977) ha demostrado que para que las leguminosas logren alta producción de forraje, no debería de haber altos niveles de nitrógeno en el suelo, ya que limita el crecimiento de los rizobium.

2.5.13.3. Potasio

Los suelos del país presentan niveles de potasio muy variables dependiendo del tipo de suelo. Estos valores se ubican en un rango de 0,11 a 1,50 meq. c/100g de suelo (Hernández, citado por Barbazán¹). Existen situaciones en las que hay que controlar la evolución de este nutriente en el suelo. Esta situación es más probable en tambos, en donde la producción de forraje se basa en rotaciones de 3-4 años de alfalfa para heno y un año de verdeo o cultivo de invierno para nuevamente volver a la alfalfa (Bordoli, s.f.). Según Perdomo (2009) el nivel crítico de este nutriente, no depende del cultivo, si no del tipo de suelo, es así que en suelos pesados el mismo es de 0,25 meq. de K c/100 g de suelo y en suelos arenosos 0,15 meq. K c/100 g de suelo.

¹ Barbazán, M. 2014. Requerimientos, dinámica en suelo, respuesta vegetal y corrección de Potasio. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. 10 p. (sin publicar).

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 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 el potrero No. 32a (latitud 32° 22' 27" S y longitud 58° 03' 29" W), con una superficie de 4 ha. 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, perteneciente a la Formación Fray Bentos, donde los suelos que predominan son Brunosoles Éútricos Típicos superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosa. Los suelos asociados son Brunosoles Éútricos Lúvicos de textura limosa, así como Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca.

Dicho potrero fue sembrado sobre un campo bruto, se comenzó con el período de barbecho mediante la aplicación de glifosato (4 l/ha) a fines de febrero, luego a la siembra se realizó una segunda aplicación de glifosato (2 l/ha). La fecha de siembra fue realizada el 10 de mayo de 2013, a 30 dps, se comenzó con el relevamiento de datos, finalizando a los 90 dps. Durante el período de evaluación se aplicó flumetsulan (350 cm³/ha).

3.1.2. Diseño experimental

El mismo se trata de un diseño en bloques completos al azar divididos en tres bloques con tres tratamientos cada uno, los cuales constan de la siguiente composición botánica:

-*Festuca arundinacea* (cv. Ceres Typhoon); *Lotus corniculatus* (cv. San Gabriel); *Trifolium repens* (cv. Zapicán).

-*Dactylis glomerata* (cv. INIA Perseo); *Medicago sativa* (cv. Chaná.)

-*Lolium perenne* (cv. Base); *Trifolium pratense* (cv. Estanzuela 116).

El experimento se realizó en tres momentos (30, 60 y 90 dps), donde se determinó el desarrollo, número de pl/m², porcentaje de mantillo, pasturas,

malezas y suelo descubierto. Para la extracción de datos se utilizó un rectángulo de 20x50 cm, en 7 puntos fijos por parcela (63 mediciones en total).

Ilustración No. 1. Croquis del experimento



*Los puntos indican puntos de medición dentro de cada parcela con cuadrante de 20x50 cm.

La siembra se efectuó mediante la tecnología de siembra directa, donde las gramíneas se sembraron en línea 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 70 kg/ha de urea el día 15 de agosto. La densidad de siembra se puede visualizar en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 5. Densidad de siembra según especie

	<i>F. arundinacea</i>	<i>D. glomerata</i>	<i>L. perenne</i>	<i>M. sativa</i>	<i>L. corniculatus</i>	<i>T. repens</i>	<i>T. pratense</i>
DS (kg/ha)	25	10	20	12	8	2	5

3.2. VARIABLES EVALUADAS

3.2.1. Implantación

Se cuantificó el porcentaje de implantación a los 30, 60 y 90 dps midiendo en 7 puntos para cada tratamiento, a través del uso del rectángulo, determinando el número de plantas por especie, la cual luego se pasó a plantas/m² (pl/m²). En base a la información de densidad de siembra, peso de mil semillas y porcentaje de germinación, se obtuvo el porcentaje de implantación a los 30, 60 y 90 dps.

Mediante la información aportada por el laboratorio de semillas de la EEMAC sobre el peso de mil semillas, porcentaje de germinación y los kg sembrados por unidad de superficie, se determinó el número de semillas viables sembradas por m². El número de pl/m² calculados, se dividió entre el número de semillas viables/m² (sem. viab./m²) que luego se multiplicó por 100, obteniendo el porcentaje de implantación (No. de pl por m²/No. de sem. viab./m²) x100.

3.2.2. Estado de desarrollo de gramíneas y leguminosas

En la etapa de campo, se contabilizó a los 30, 60 y 90 dps el estado de desarrollo mediante la siguiente clasificación.

Cuadro No. 6. Clasificación numérica de estado de desarrollo

GRAMINEAS	LEGUMINOSAS
1- primer hoja	0- cotiledón
2- dos macollos	1- una hoja
3- tres macollos	2- dos hojas
4- cuatro macollos	3- tres hojas
5- cinco macollos	4- cuatro o más hojas

3.2.3. Porcentaje de cobertura

En cada relevamiento llevado a cabo a los 30, 60 y 90 dps, mediante la utilización del rectángulo de 20 * 50, se estimó subjetivamente el porcentaje de cobertura de la pastura, malezas y mantillo, de igual forma el porcentaje de suelo descubierto.

3.2.4. Relación parte aérea/raíz de la pastura

El procedimiento para determinar esta variable, consistió en ir al campo a los 90 dps y mediante la extracción con pala se obtuvo muestras de suelos de 20x20 cm y 20 cm de profundidad, correspondiente a un volumen de 0,008 m³ cada una, ubicadas próximas a los puntos de evaluación. El número de muestras tomadas por cada parcela fueron 6, sumando un total de 54 en toda el área en evaluación.

Una vez obtenidas las muestras, se dejó reposar en agua durante 2 días, 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 por un lado y malezas por otro, para determinar sus respectivas biomásas. Antes de llevarlas al horno con temperaturas de 60 °C por 48 horas, para el caso de las pasturas se separó las raíces de la parte aérea, colocándolas en bolsas de papel. Las malezas se secaron sin separar la raíz de la parte aérea. Luego de extraer las muestras secas del horno, se pesaron para obtener el peso seco de la parte aérea y de raíz de cada especie y tratamiento, para luego calcular la relación entre ellas.

3.2.5. Relación pastura/maleza

Para determinar el nivel de enmalezamiento se realizó el mismo procedimiento de extracción de tierra y secado, como se hizo con las especies de las diferentes mezclas que se utilizó. Esto llevó a determinar la proporción de materia seca de la pastura y malezas (g/m²), permitiendo establecer la relación entre ambas.

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para estudiar el efecto de la mezcla forrajera compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, la fecha de evaluación y su interacción, sobre las variables de implantación, de población, % de cobertura y grado de desarrollo, se usaron modelos lineales generales con medidas repetidas en el tiempo, previa transformación de los datos con la raíz cuadrada de estas variables, para normalizar las mismas y homogeneizar la varianza. Esto se realizó debido a la disparidad encontrada en los valores de las variables de esta mezcla en uno de los bloques.

Se utilizó el programa estadístico infostat en conexión con el paquete estadístico R. Las medias de los efectos significativos se compararon mediante la prueba LSD protegido por Fisher al 10%. El modelo de correlación entre mediciones fue el autorregresivo de orden 1.

Para las mezclas restantes de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*; *Lolium perenne* y *Trifolium pratense* también se utilizó el programa Infostat sin ninguna modificación de los datos originales.

3.4. HIPÓTESIS

3.4.1. Hipótesis biológica

Existe diferencia en el porcentaje de implantación, número de plantas, estado de desarrollo, relación parte aérea/raíz de la pastura, relación pastura/maleza, cobertura y proporción de suelo descubierto entre las diferentes mezclas forrajeras evaluadas.

3.4.2. Hipótesis estadística

$H_0 = T_1 = T_2 = T_3 = 0$

$H_a =$ 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:

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} + \eta_k + (\tau\eta)_{ik} + \delta_{ijk}$$

Y_{ijkl} = variable de respuesta

μ = media general

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

ε_{ij} = error experimental (entre parcelas)

η_k = efecto del k-ésimo día de medición

$(\tau\eta)_{ik}$ = interacción entre tratamiento y día medición

δ_{ijk} = error entre mediciones (dentro de parcelas)

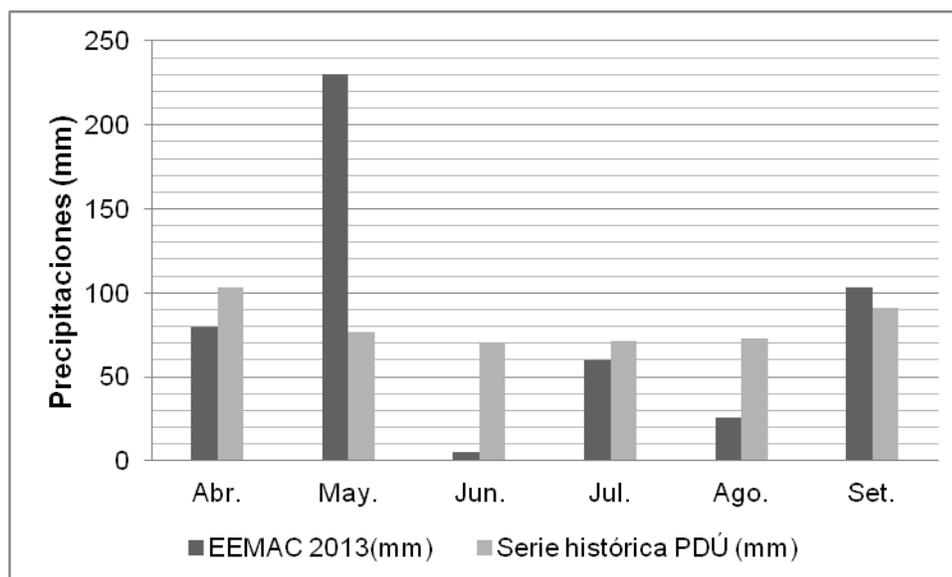
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÍODO DE EVALUACIÓN

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, 2013).

4.1.1. Precipitaciones

Grafico No. 1. Precipitaciones mensuales de la serie histórica y del período experimental para la EEMAC del año 2013



Fuente: elaboración propia en base a datos de EEMAC

En mayo, mes que se realizó la siembra, se registraron 153 mm superior al promedio histórico. Con 155 mm en los 10 días previos a la siembra, lo que significaría un exceso de agua en el perfil del suelo, pudiendo afectar negativamente la germinación y etapas iniciales de las plántulas. Esto podría ocasionar la aparición de enfermedades de raíz y corona principalmente en las leguminosas (Barbarrosa, s.f.). Lo mismo confirma Carámbula (2008), el cual dice que excesos hídricos producen la muerte de semillas por falta de oxígeno.

Para los meses de junio, julio y agosto, meses en los que se realizó conteo de plántulas, los registros de lluvias fueron inferiores al promedio

histórico, destacándose ese déficit en el mes de junio. La falta de humedad según Carámbula (2008), puede afectar tanto la germinación como la nodulación repercutiendo negativamente en la implantación.

Esto no significaría que existiera deficiencia hídrica en el perfil del suelo en profundidad, pero sí podría darse en los primeros centímetros de suelo, significando un déficit de agua para las plántulas por su escaso desarrollo radicular (Barbarrosa, s.f.). Este déficit en los primeros centímetros de suelo en este período puede afectar en definitiva la implantación a los 90 dps de la pastura, por el escaso desarrollo de las raíces puesto que son especies de hábito de vida perennes, con lento crecimiento inicial.

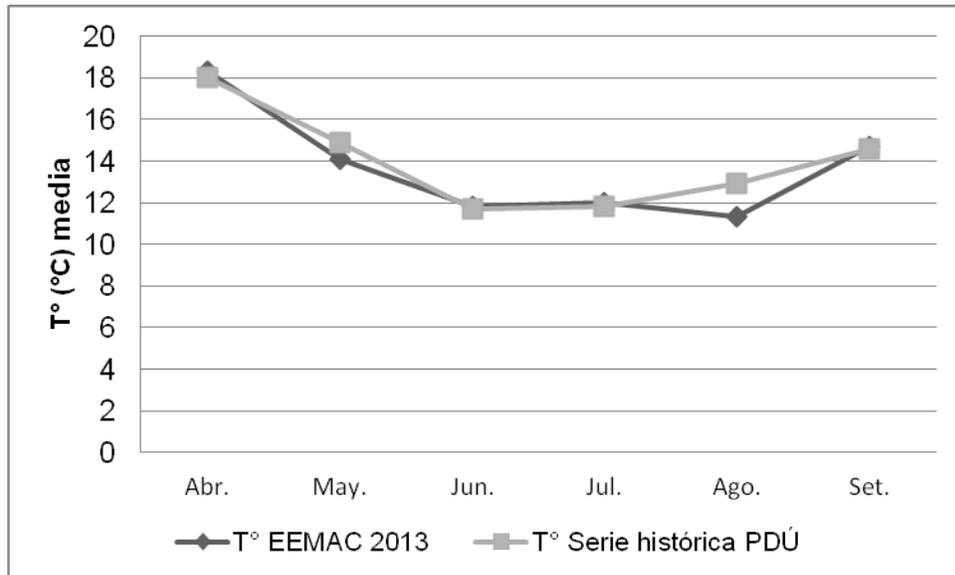
En los meses de julio y agosto los registros de lluvias son escasos, pudiendo enlentecer el crecimiento y desarrollo de las plantas en su parte aérea y radicular.

4.1.2. Temperatura

4.1.2.1. Temperatura ambiente

En el siguiente gráfico se puede observar las temperaturas promedio tomadas en abrigo meteorológico, del período de evaluación 2013 y de la serie histórica 1961-1990 (INUMET, 2014).

Grafico No. 2. Temperatura a 1,5 m sobre el nivel del suelo en abrigo meteorológico



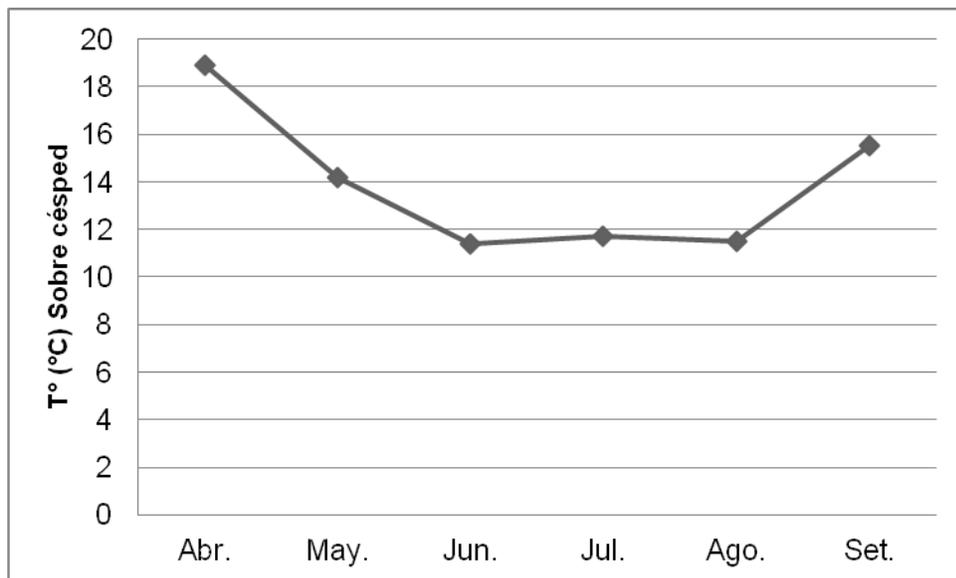
Fuente: elaboración propia en base a datos de EEMAC

Según la bibliografía consultada indica que las temperaturas óptimas de desarrollo de especies C3 como ser festuca, dactylis, trébol blanco, lotus y alfalfa, se ubican en un rango de 15 a 20 °C (Carámbula et al., 1994). Se observa que en los meses en que se tomó las mediciones, las temperaturas estaban por debajo de las óptimas, ubicándose promedialmente en 11,7 °C, o sea la misma es inferior a los 15 °C lo que afecta el establecimiento, crecimiento y retrasa la entrada en producción de la pastura provocando sobrecarga en algunas partes del sistema y con ello un sobrepastoreo de las mismas, disminuyendo su producción y persistencia (Langer 1981, Zanoniani y Noell 1997, Zanoniani et al. 2003).

4.1.2.2. Temperatura sobre césped

Los siguientes datos corresponden a la temperatura a 5 cm por encima del nivel del suelo.

Gráfico No. 3. Temperatura promedio mensual sobre césped durante el período experimental



Fuente: elaboración propia en base a datos de EEMAC

Según Barbarrosa (s.f.) la temperatura óptima para desencadenar el proceso de germinación y emergencia se ubica en un rango de 19 a 25 °C. Como se observa en el gráfico, la temperatura promedio de mayo, mes en que se sembró la pastura, está por debajo del rango óptimo citado por este autor. Esto tiene como posibles consecuencias un retraso en los procesos de germinación, emergencia, crecimiento, desarrollo y retraso en la entrada en pastoreo.

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.

4.1.2.3. Número de heladas durante el período de evaluación

El cuadro siguiente muestra el número de heladas por mes durante el período de evaluación desde la siembra de la pastura hasta los 90 dps. Como ya se mencionó en la bibliografía este factor, puede perjudicar plántulas con desarrollo menor a 5 hojas en las leguminosas y en definitiva afectar negativamente la implantación final.

Cuadro No. 7. Número de heladas por mes desde la siembra hasta 90 dps

Mayo	Junio	Julio	Agosto
2	3	6	11

Fuente: elaboración propia en base a datos de EEMAC

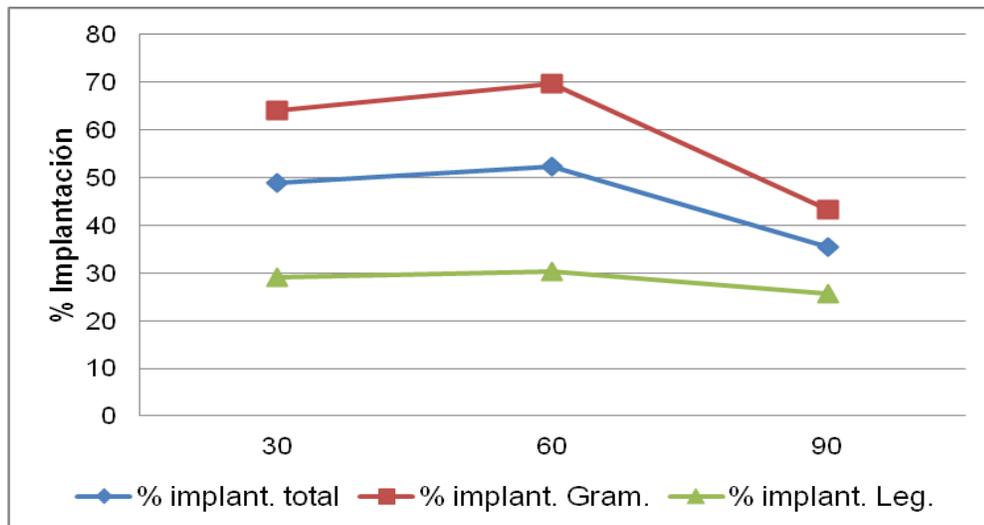
Este factor trae como consecuencia problemas en la implantación por probabilidad de ocurrencia de heladas tempranas, que pueden causar la muerte de plántulas por su escaso tamaño, debido a que las mismas se encuentran en estado de cotiledones o primera hoja simple (Barbarrosa, s.f.).

4.2. PORCENTAJE DE IMPLANTACIÓN DEL EXPERIMENTO

4.2.1. Evolución del porcentaje de implantación de gramíneas, leguminosas y total

En el siguiente gráfico se observa la evolución en cuanto al porcentaje de implantación de las distintas familias de pasturas y total.

Gráfica No. 4. Porcentaje de implantación de gramíneas, leguminosas y total a los 30, 60, 90 dps



En la implantación total del experimento no se encontró diferencias significativas entre las tres fechas evaluadas, tanto para gramíneas y leguminosas. Tampoco con respecto a la implantación total.

Los datos de implantación del experimento a los 60 dps fueron de 52 %, superior a los resultados obtenidos por Acle y Clement (2004) con 46 % con siembra en mayo y a los de Fariña y Saravia (2010) con 45 % con siembras en junio. Estos valores pueden explicarse por fecha de siembra tardía (mayo y fines de junio respectivamente) con las posibles bajas temperaturas y probabilidad de heladas que pueden ocasionar la muerte de plántulas. Otra posible explicación puede ser la composición de las mezclas que son diferentes a las de este experimento.

La implantación total a los 90 dps fue de 35,5 %, este valor supera a los obtenidos por Brito del Pino et al. (2008) que fue de 29,3 % e inferior a los obtenidos por Gomes de Freitas y Klassen (2011) que obtuvieron un valor a los 90 dps de 38 %.

No existen diferencias significativas en el porcentaje de implantación para los 30, 60 y 90 dps. Pero se observa un aumento entre los 30 y 60 dps, explicado por un mayor aumento (5 %) de las gramíneas ya que por ser sembradas en línea se asegura un mejor contacto semilla-suelo y mayor uniformidad en la profundidad de siembra como lo menciona (Pautasso, 2013). Mientras que las leguminosas prácticamente se mantienen, contrariamente a lo

que afirma Ayala (2001), que las semillas de leguminosas presentan mayor viabilidad por más tiempo, mayor tasa de germinación que las gramíneas y además por la variación en los niveles de dormancia.

Otra explicación del comportamiento de las leguminosas entre 30 y 60 dps, es el que se menciona en UdelaR. FA (1991), las leguminosas poseen un porcentaje de semillas duras que no permiten la imbibición de la misma y por tanto no germinan, permaneciendo latentes en el suelo hasta el momento que la cobertura seminal pierde su impermeabilidad. Este fenómeno se aprecia más cuando se dan condiciones de bajo régimen de lluvias. En las condiciones del experimento las precipitaciones fueron escasas, por lo tanto un cierto porcentaje de semillas podrían verse afectadas en su germinación en el período 30-60 dps.

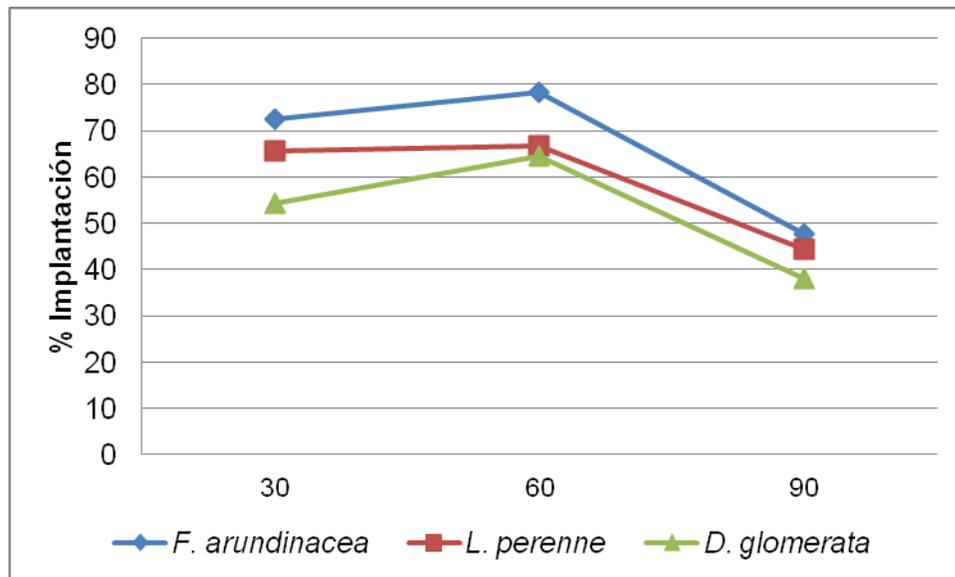
Entre los 60 y 90 dps hay una disminución del 17 % en implantación total, explicado mayormente por las gramíneas con una caída del 26%, mientras que las leguminosas caen solo un 5 %. Esto podría deberse a la competencia en la línea de las gramíneas dado por una aglomeración dentro de la misma, esto es causado por siembras con distancia entre hileras de 15 a 18 cm. Lo cual puede generar el sombreado de las especies como el dactylis y festuca (Langer, 1981). Por otro lado Carámbula (2008) menciona como desventaja de la siembra en línea realizada a 15 o 18 cm debido a una pobre cobertura inicial, teniendo como consecuencia la posible invasión de malezas. Además se genera un amontonamiento en la línea que puede ocasionar un rápido establecimiento de las especies vigorosas, sombreando a las de menor vigor.

A todo esto como ya se mencionó anteriormente, hay que tener en cuenta que además de la humedad del suelo, el aporte de agua para una correcta germinación debe ser continua pero sin excesos, para esto son importantes las lluvias que se registren, además de una correcta profundidad de siembra que aseguren un buen contacto semilla-suelo (Formoso, 2007a).

4.2.2. Porcentaje de implantación de cada gramínea

En el gráfico a continuación se aprecia la evolución en cuanto al porcentaje de implantación de las gramíneas del experimento.

Gráfico No. 5. Evolución del porcentaje de implantación de gramíneas de cada tratamiento



No se encontraron diferencias significativas entre las fechas evaluadas, ni entre tratamientos en cuanto a la implantación de las diferentes gramíneas. Como se mencionó anteriormente hay un aumento entre los 30 y 60 dps y una caída entre los 60 y 90 dps. Además de los factores mencionados que hacen al comportamiento de la implantación de las gramíneas, cabe mencionar que entre las especies, el comportamiento es muy similar. A los 30 dps la festuca ya presenta un mayor porcentaje de implantación que las otras gramíneas, este comportamiento es contradictorio a lo mencionado por Moliterno (2000) el que afirma que el dactylis es más precoz que la festuca, a su vez el raigrás presentó menor porcentaje de implantación que festuca. Contrariamente a lo que menciona este mismo autor 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 endospermicas, mientras que la festuca un 14 %, lo que determinó que el raigrás creciera más rápidamente. Para el caso del dactylis, es el que presenta menor porcentaje de implantación, esto puede ser explicado por lo que menciona Carámbula (2010b) que esta especie no tolera excesos de humedad.

En cuanto a la caída en el porcentaje de implantación entre los 60 y 90 días se puede explicar por las escasas lluvias del período, lo que podría ocasionar competencia entre las plantas por agua y además las bajas temperaturas y ocurrencia de heladas.

Cabe mencionar que la festuca a lo largo del período de evaluación del experimento se mantiene con mayor porcentaje de implantación. Esto puede deberse a lo mencionado por Carámbula (2010b), el cual afirma que resiste bien a la sequía. Según Muslera y Ratera (1984), el raigrás sería el que se comportaría mejor frente a las demás, 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 otra parte Carámbula (2010b), menciona que éste es poco tolerante a la sequía lo que puede explicar su menor implantación frente a festuca.

En el caso del *Dactylis glomerata* por presentar un escaso desarrollo radicular, lo hace más susceptible al déficit hídrico, lo que puede estar explicando su menor implantación frente a las otras gramíneas (Carámbula, 2010a).

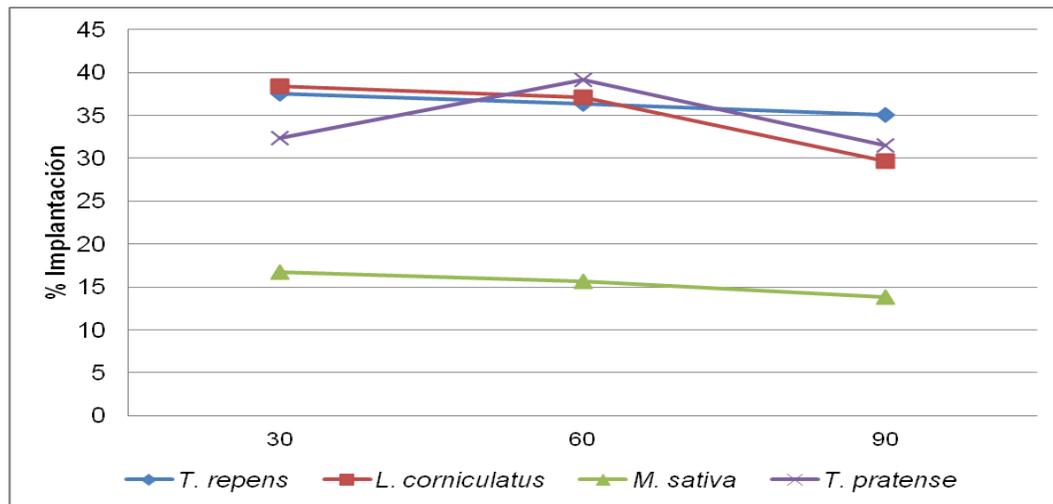
Teniendo en cuenta el porcentaje de implantación a los 60 dps, para el caso de la festuca, que fue de 78 %, con un pms de 2,0 g y profundidad de siembra entre 10 y 20 mm. Este valor de implantación es superior al reportado por Formoso (2010), que a los 68 dps obtuvo valores promedio de 57 y 50 % para 9 y 18 mm de profundidad de siembra, con un pms promedio de 2,22 g.

Para los 90 dps, la implantación promedio de las tres especies fue de 43 %. Este valor de implantación es superior al obtenido por Blanco (2008) que reporta para festuca y raigrás perenne en siembras de abril un promedio de 25 % a los 77 dps, también supera a los resultados de Brito del Pino et al. (2008), ubicándose promedialmente en 35 % a los 90 dps e inferior a los de Gomes de Freitas y Klassen (2011) con 47 % a los 90 dps para siembras de mayo.

4.2.3. Porcentaje de implantación de cada leguminosa

A continuación se aprecia claramente la evolución de la implantación de las leguminosas durante el período de evaluación.

Gráfico No. 6. Evolución del porcentaje de implantación de las diferentes leguminosas



No se encontraron diferencias significativas para las leguminosas que componen los diferentes tratamientos.

El promedio de implantación para las leguminosas del experimento fue de 29, 30 y 25 % para 30, 60 y 90 dps respectivamente, inferiores a los promedios para las mismas fechas de evaluación que reportan Gomes de Freitas y Klassen (2011) que para 30, 60 y 90 dps con 45, 41 y 46 % respectivamente.

Los valores son marcadamente inferiores a los valores de las gramíneas por lo ya explicado anteriormente. Pero es de destacar que si bien no hay diferencias significativas entre las especies en implantación, se aprecia un marcado bajo porcentaje de implantación de la alfalfa en todo el período. Esto puede estar explicado porque, como menciona Carámbula (2008), el lotus y la alfalfa necesitan más temperatura que los tréboles para germinar, al igual que las gramíneas perennes. Este ensayo se sembró en una fecha considerada tardía, por lo que esta especie pudo haber sufrido por bajas temperaturas, daño y muerte de plántulas. Otra explicación a esto es lo que menciona el mismo autor, cuando se refiere a esta especie, que la alfalfa no se implanta en siembras en cobertura. Por otra parte Ayala et al. (2010), mencionan que la misma, en siembras invernales tiene mayor probabilidad de sufrir excesos hídricos y esta especie no tolera estas condiciones en la etapa de implantación.

Otro posible factor que puede afectar negativamente a esta especie es la compactación como lo menciona (Romero, s.f.). Este autor hace referencia a

que si se siembra en directa, hay que tener en cuenta el cultivo antecesor, un excelente control de malezas, el tipo de suelo y que el mismo no se encuentre compactado.

La alfalfa además de ser sensible a los excesos de humedad, es afectada por la compactación, cuando ambos factores actúan simultáneamente en un ensayo realizado por Formoso (2011), el porcentaje de implantación disminuyó entre un 24 y 30 % comparativamente con un suelo sin compactar. Debido a esto se puede perder un número de plantas tal que perjudique la productividad de la pastura en relación a un suelo sin compactar (Formoso, 2007b). En este ensayo no se realizó medición de la compactación pero se deduce que por ser el antecesor un campo bruto y con previa presencia de ganado, podría estar compactado.

Por otro lado 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), mientras que en este ensayo se sembró al voleo.

Para el caso de la alfalfa por presentar casi nula resiembra, los mismos autores mencionan que es fundamental alcanzar una población inicial de 250 a 300 pl/m², que para lograrlo se debe sembrar con siembras en surco con doble disco sunchado y rueda compactadora individual, para el ensayo es muy baja la población. Un aumento en la densidad de siembra no asegura un mayor número de pl/m².

Lotus y alfalfa necesitan más temperatura que los tréboles para germinar y sufren las bajas temperaturas, a su vez los tréboles requieren mayores niveles de humedad que estas leguminosas estivales.

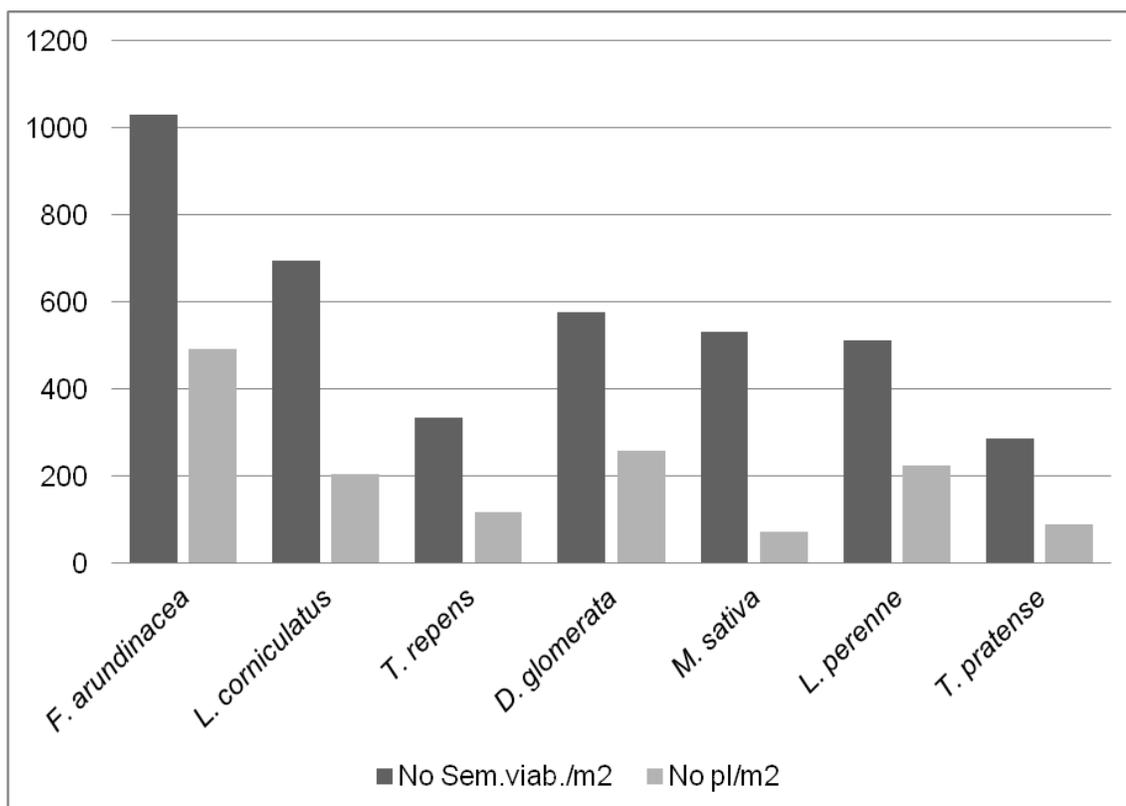
Sembrando más temprano son favorecidas las leguminosas estivales, mientras que si se siembra mas tarde en el otoño, el frío favorece a las especies invernales como ser festuca, dactylis y trebol blanco. Esto no significa que siembras en invierno sean convenientes ya que el exceso de humedad y temperaturas muy bajas afectaran todas las especies forrajeras (Carámbula, 2008).

En cuanto al promedio de implantación de las leguminosas, se obtuvo un 27,5 % a los 90 dps, este resultado es muy superior al promedio de implantación que obtuvo Blanco (2008) que fue de 5,2 % a los 77 dps para lotus y trébol blanco.

4.2.4. Número de semillas viables y plantas obtenidas a los 90 dps

En el gráfico a continuación se observa claramente la variación que hay entre el número de plantas logradas a los 90 dps en relación a las semillas viables sembradas.

Gráfico No. 7. Número de sem. viab./m² y número. de pl/m² a los 90 dps por especie

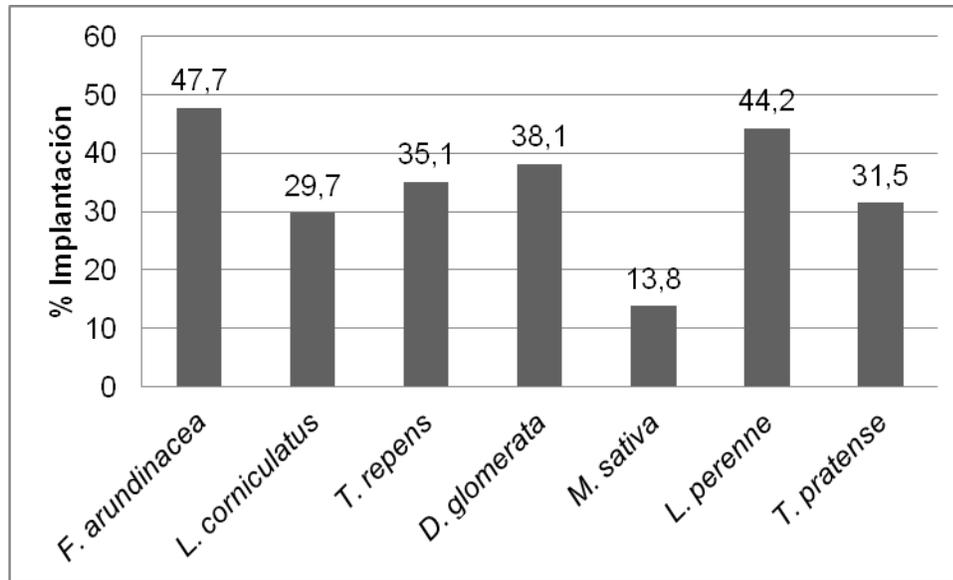


De los datos que presenta el gráfico se desprende el siguiente gráfico de porcentaje de implantación para cada especie.

4.2.5. Porcentaje de implantación de cada especie a los 90 dps y promedio por familia

En el siguiente gráfico se aprecia claramente que, el porcentaje de implantación no supera el 50 %, confirmando lo mencionado por varios autores de que la implantación de pasturas, se trata de un proceso ineficiente.

Gráfico No. 8. Porcentaje de implantación por especie a los 90 dps



En cuanto al promedio de implantación de leguminosas, si se compara con el promedio de las gramíneas, éstas últimas superan a las leguminosas, contrariamente a lo que menciona Carámbula (2008), de que es más fácil implantar leguminosas que gramíneas. La explicación de esto podría ser como ya se explicó, que por ser sembradas en línea y a profundidad constante se asegura un mejor contacto semilla-suelo, mejor que en el caso de las leguminosas que van al voleo y están más expuestas a las condiciones ambientales desfavorables. En este caso se dio algunos períodos de déficit hídrico, lo que podría explicar la menor implantación de las leguminosas.

El resultado de implantación que se obtuvo para el caso de la festuca en el experimento fue de 48 %, superando a los resultados de Acle y Clement (2004) con 23 % y similar a lo obtenido por Gomes de Freitas y Klassen (2011) con 50 % y supera a los de Albano et al. (2013) los que obtuvieron un 38 % de implantación. Cabe mencionar que esta especie dentro de las gramíneas evaluadas es la que obtuvo mejor implantación.

En el caso del raigrás se encontró un 44 % de implantación, inferior a lo obtenido por Fariña y Saravia (2010) que reportan un 52 % en mezcla de esta gramínea con *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens*.

Para dactylis, se obtuvo un resultado de 38 %, superior a lo logrado por Gomes de Freitas y Klassen (2011) con una implantación a los 90 días de 29 %,

por otra parte los resultados de Acle y Clement (2004) superaban estos resultados con 46 %.

Acle y Clement (2004) mencionan que en su experimento la alfalfa, obtuvo el mayor porcentaje de implantación con un 67 %. Todo lo contrario a lo ocurrido en este experimento, en el que el valor fue el más bajo con un 14 %. Esta marcada diferencia podría ser explicada por el método de siembra, ya 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 mencionó anteriormente.

Por otra parte Gomes de Freitas y Klassen (2011) obtuvieron un 37 % para esta especie. Cabe mencionar que el método de siembra para estos autores, es el mismo que en este experimento (al voleo), esta diferencia podría estar explicada por las buenas condiciones ambientales (lluvia) que se registraron durante el período de evaluación.

Si bien se sembró el número de semillas sugerido por Funes (2004), por el método de siembra utilizado (voleo), no se logró el número de plantas de 250 a 300 que se sugiere éste autor, solo se contabilizaron 73 pl/m². Otra posible explicación de este bajo establecimiento, podría ser que cuando se siembra con este método, la semilla se puede perder porque queda en superficie sin un adecuado contacto con el suelo. Este número sugerido se lograría si se siembra en línea, controlando la profundidad que no exceda los 2 cm.

En cuanto al trébol rojo se obtuvo un 31,5 % de implantación, muy superior a los resultados obtenidos por Moliterno (2000) en siembras de otoño y con roturación del suelo, en mezclas de trébol rojo, trébol blanco, lotus y raigrás con un 8 % de implantación y 17 % para la mezcla de esta especie con dactylis y lotus. Y muy similar a la mezcla con avena y achicoria, con un 28 % de implantación. Por otro lado Formoso (2008) encontró resultados mayores de implantación para esta especie con 40 y 74 % para suelo descubierto y con cobertura respectivamente a una profundidad de cero.

Para el caso del lotus, los datos obtenidos de implantación (30 %) son coincidentes con los de (González, 2013). La misma menciona que para alcanzar una población de 200 pl/m² es necesario sembrar 8 kg/ha lo que equivale a unas 670 semillas/m², esto da como resultado un 29 % de implantación.

Si se compara este porcentaje de implantación (30 %) a los 90 dps, es inferior al resultado de Acle y Clement (2004) con 52 %, supera ampliamente al resultado de Blanco (2008) con aproximadamente 4 % de implantación a los 77

dps, cabe mencionar que este bajo resultado obtenido por este autor fue posiblemente debido a las escasas precipitaciones y a las bajas temperaturas del período. También es superado por el resultado de Gomes de Freitas y Klassen (2011) con 55 % y supera al resultado de Albano et al. (2013) con 17 %.

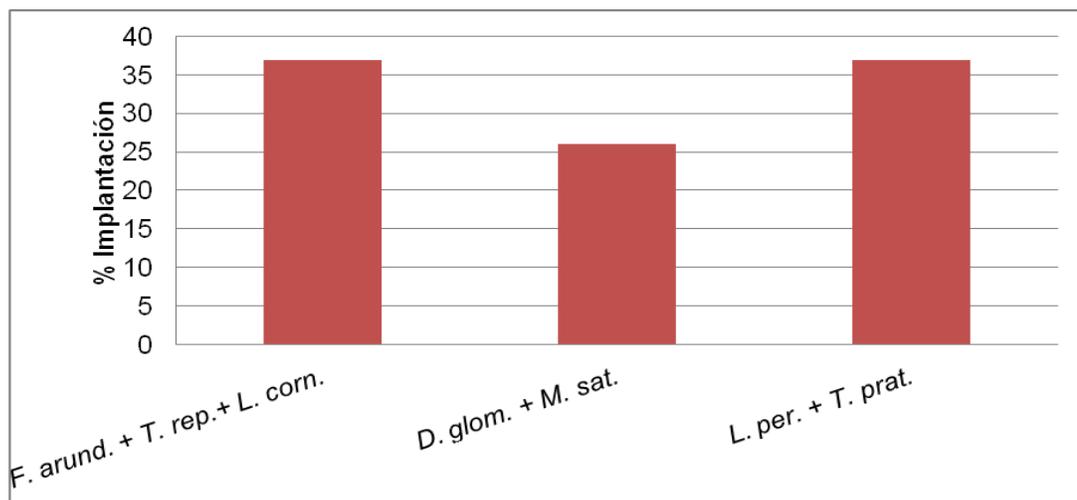
En el caso del trébol blanco el porcentaje de implantación fue de 35 %, este valor es superior a Aclé y Clement (2004) con 28 % para esta especie, también supera a lo que menciona Hidalgo (2010), este autor dice que se recomienda que el porcentaje de implantación no supere el 30 %. El resultado es similar al de Fariña y Saravia (2010) con 34 %, supera al de Gomes de Freitas y Klassen (2011) con 33,5 %. Cabe mencionar que comparando la implantación de lotus y alfalfa frente a la de los tréboles, aunque no existan diferencias significativas, son levemente inferiores confirmando lo descrito anteriormente por Carámbula (2008), que las leguminosas estivales necesitan más temperatura para su germinación, dado que el ensayo fue sembrado tarde, estas leguminosas se vieron perjudicadas por bajas temperaturas.

El promedio de implantación de las leguminosas que se encontró en este ensayo fue de 27,5 %, este valor es muy similar a los de Brito del Pino et al. (2008), con 25,4 % para las leguminosas a los 90 dps.

4.2.6. Porcentaje de implantación de cada mezcla a los 90 dps

A continuación el gráfico muestra claramente los porcentajes de implantación logrados a los 90 dps para las tres mezclas del experimento.

Gráfico No. 9. Porcentaje de implantación por tratamiento



No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos a los 90 dps en cuanto al porcentaje de implantación.

Para el caso de la mezcla de dactylis y alfalfa, el porcentaje fue de 26 %, muy inferior a los datos obtenidos por Aclé y Clement (2004), Saldanha² con 63 y 53 % respectivamente. Este mayor valor explica la muy buena implantación de la alfalfa.

En el caso de la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, se obtuvo un 37,5 %. Este resultado es un poco inferior al de Aclé y Clement (2004) con 42 %, a su vez son coincidentes con los resultados de Gomes de Freitas y Klassen (2011) con 36 %. El mismo es muy superior al obtenido por Albano et al. (2013) los que obtuvieron un porcentaje de 17 % a los 100 dps, en cambio Saldanha² obtuvo un 57 %. Es de remarcar que éste último experimento se realizó en un año lluvioso que explica este resultado.

² Saldanha, S.2015. Com. personal.

4.2.7. Número de plantas obtenidas a los 30, 60 y 90 dps de gramíneas y leguminosas

En el cuadro a continuación se observa la evolución del número de pl/m² por especie durante el experimento.

Cuadro No. 8. Evolución del número de plantas por especie según fecha de evaluación

	30 dps	60 dps	90 dps
<i>T. repens</i>	125	121	117
<i>T. pratense</i>	92	112	90
<i>M. sativa</i>	89	80	73
<i>L. corniculatus</i>	226	258	206
<i>F. arundinacea</i>	749	804	492
<i>L. perenne</i>	335	340	226
<i>D. glomerata</i>	367	438	258

Según Castaño (s.f.) 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 pl/m² y para gramíneas en mezclas 150-200 pl/m².

Al analizar en detalle se ve que para el caso de las leguminosas el trébol blanco está dentro del rango sugerido por el autor, mientras que lotus está por encima y alfalfa y trébol rojo por debajo. Para las gramíneas todas están por encima del rango, siendo festuca la que es más del doble.

Comparando con los resultados de Gomes de Freitas y Klassen (2011), en el caso de trébol blanco, estos autores obtuvieron para siembra de mayo valores de 115, 120 y 115 pl/m² para 30, 60 y 90 dps respectivamente. Para el caso de las leguminosas estivales (lotus y alfalfa), los resultados en promedio de estas especies para los mismos autores fue de 159, 157 y 177 pl/m² respectivamente y en este experimento, el promedio resultó en 157, 169 y 139 pl/m² respectivamente. O sea que son resultados muy similares. En el caso de las gramíneas los mismos encontraron valores promedio (dactylis y festuca) de

484, 423 y 377 respectivamente para 30, 60 y 90 dps (siembra de mayo). En este experimento los resultados promedio fueron de 558, 621 y 375 pl/m² para 30, 60 y 90 dps respectivamente. Para el caso del trébol rojo y raigrás perenne no se encontró bibliografía para comparar resultados de implantación en los tres momentos.

4.2.7.1. Número de plantas obtenidas a los 90 dps por tratamiento

En el siguiente cuadro se presenta la población de plantas de cada mezcla forrajera estudiada, en las mismas no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos a los 90 dps.

Cuadro No. 9. Número de pl/m² logradas a los 90 dps

	No. pl/m ²
<i>F. arundinacea + T. repens + L. corniculatus</i>	815
<i>D. glomerata + M. sativa</i>	331
<i>L. perenne + T. pratense</i>	316

Considerando el número de pl/m² de cada mezcla, se puede observar que la de festuca, trébol blanco y lotus, es la que supera ampliamente a las restantes, esto podría estar explicado por la excelente implantación obtenida en el bloque 1 de esta mezcla.

4.3. DESARROLLO DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS

4.3.1. Desarrollo promedio de gramíneas y su evolución a los 30, 60 y 90 dps

En el siguiente cuadro se aprecia el desarrollo promedio (30, 60, 90 dps) de las gramíneas en su respectiva mezcla.

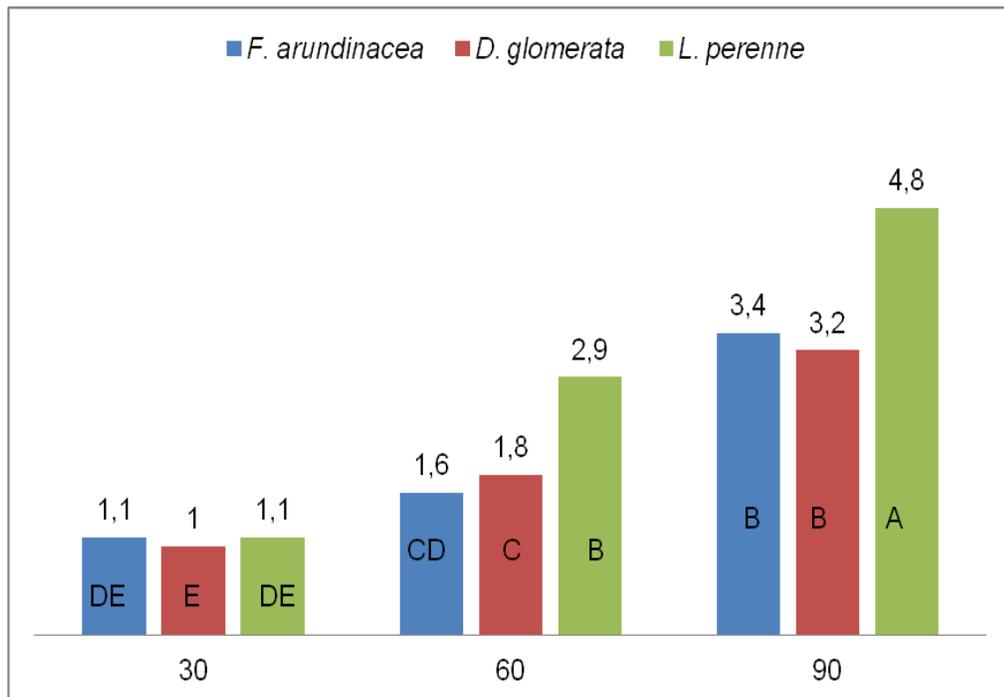
Cuadro No.10. Desarrollo de las diferentes gramíneas según mezcla

	Media	
<i>L. perenne</i>	2,93	A
<i>D. glomerata</i>	2,00	B
<i>F. arundinacea</i>	2,03	B

La mezcla compuesta por raigrás es significativamente más desarrollada. La explicación es debido a que esta gramínea es más precoz que otras gramíneas invernales perennes, como lo indica Carámbula (2010a).

Como se ve en el gráfico, la tendencia es un aumento del desarrollo con el pasar del tiempo.

Gráfico No. 10. Desarrollo de cada gramínea según día de evaluación



Para los 30 dps ninguna gramínea se diferencia significativamente, estando todas en torno a primer hoja. Pero para los 60 y 90 dps, la gramínea que se destaca en cuanto a desarrollo es raigrás, inclusive se ve que para 60 dps, esta especie tiene el mismo desarrollo (tres macollos) que dactylis y festuca a los 90 dps. Llegando la misma a los 90 dps con un desarrollo de casi cinco macollos. Esto podría ser debido a que esta gramínea es de mayor vigor por ser de ciclo corto en comparación a las gramíneas perennes como lo confirma Moliterno (2000), este autor menciona que raigrás perenne moviliza mas rápidamente las reservas en comparación con festuca, por lo que el raigrás germina más rápido y por tanto un mayor desarrollo.

Por otra parte Vernet, citado por Silbermann (s.f.), menciona que el raigrás es más resistente al frío que la festuca y ésta a su vez más que el

dactylis, esto podría también estar explicando el mayor desarrollo de esta gramínea ya que en este período se registraron bajas temperaturas y heladas.

4.3.2. Desarrollo promedio de leguminosas y su evolución a los 30, 60 y 90 dps

En el siguiente cuadro no se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos.

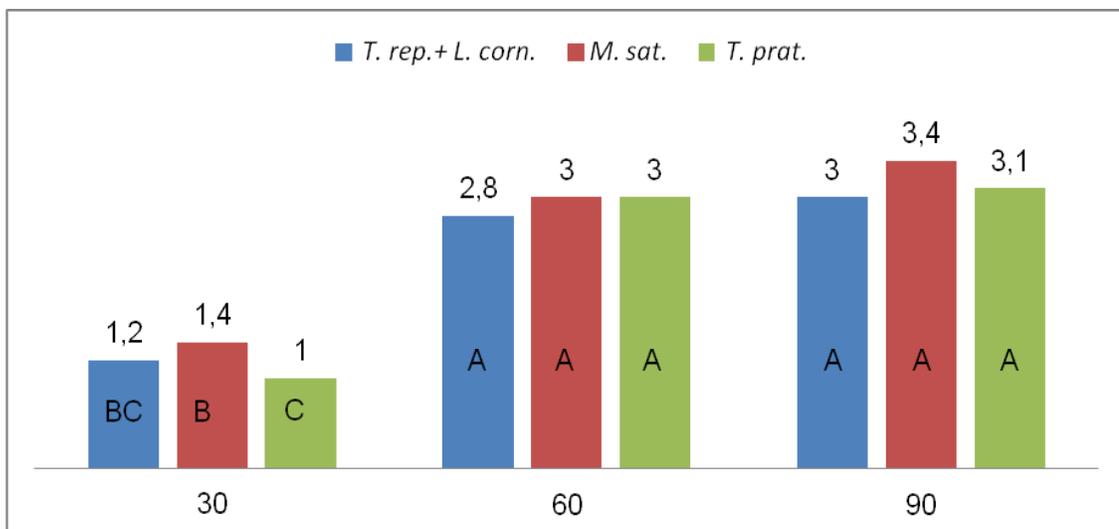
Cuadro No. 11. Desarrollo de las leguminosas

	Grado de desarrollo	
<i>M. sativa</i>	2,6	A
<i>L. corniculatus + T. repens</i>	2,3	A
<i>T. pratense</i>	2,4	A

Numéricamente la alfalfa tiene mayor desarrollo que las otras leguminosas, esto puede ser explicado por lo mencionado en cuanto a que la alfalfa tiene un mayor peso de semilla y por tanto un mayor vigor inicial y por ende un mayor desarrollo.

En el gráfico a continuación se ve claramente el desarrollo de las leguminosas en su respectiva mezcla.

Gráfico No. 11. Desarrollo de cada leguminosa según día de evaluación

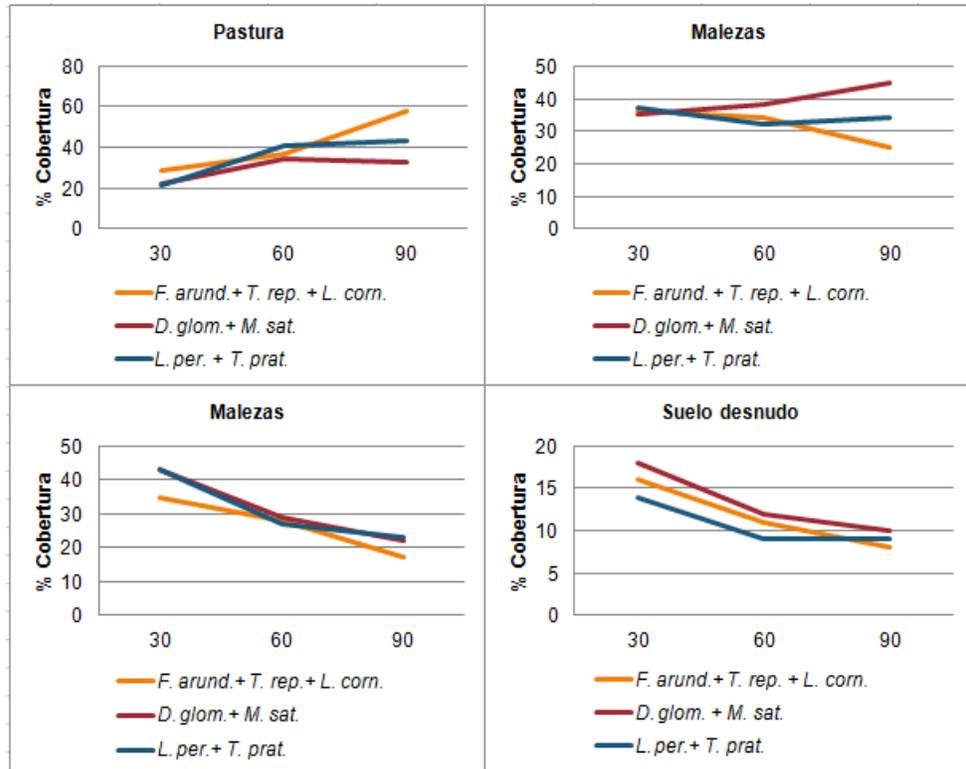


Se observan diferencias significativas en los 30 dps, siendo el trébol rojo el de menor desarrollo con una hoja, mientras que las otras están entre una y dos hojas. Esto es contradictorio puesto que la bibliografía describe a esta especie como de mayor vigor inicial, o sea con un mayor desarrollo que las demás. No se encontraron diferencias entre 60 y 90 dps. Pero sí hay diferencia de estas dos fechas en comparación a los 30 dps, o sea que entre los 60 y 90 dps se observa un enlentecimiento en cuanto al desarrollo, manteniéndose entre tres y cuatro hojas. Esto podría estar explicado por el método de siembra utilizado para estas especies, el cual no garantiza un contacto adecuado con el suelo, quedando parte de las semillas en superficie y hasta que no se den las condiciones adecuadas no germinan. Estas plantas de germinación tardía hacen mantener el desarrollo promedio en este período. La otra posible explicación es que en el período se registraron bajas temperaturas y ocurrencia de heladas, sumado a esto la ocurrencia de escasas precipitaciones pudo haber llevado a un enlentecimiento del desarrollo de las mismas.

4.4. EVOLUCIÓN DE LA COBERTURA DEL SUELO

En los siguientes gráficos se observa la evolución del porcentaje de cobertura, compuesta por pastura, mantillo, malezas y la presencia de suelo desnudo, medida de forma subjetiva cada componente evaluado.

Gráfica No. 12. Porcentaje de cobertura del suelo en diferentes momentos (30, 60 y 90 dps)



En cuanto a la cobertura de la pastura se observa una tendencia creciente sin diferencias significativas en los tratamientos, pero se ve un comportamiento diferencial entre las mezclas. Festuca, trébol blanco y lotus son los que llegan a tener a los 90 días más cobertura, esto puede ser explicado por la composición de la mezcla que incluye al trébol blanco y como se lo describió, presenta la disposición de las hojas en forma planófila, lo que le daría una mayor cobertura a la mezcla. Del mismo modo la mezcla con esta leguminosa en su composición podría explicar lo que ocurre con la cobertura de mantillo y enmalezamiento, que como se ve en los gráficos, es la que baja más notoriamente. Como se mencionó esta leguminosa por su disposición de las hojas cubre más el suelo y compite mejor con las malezas.

En el caso de la mezcla de dactylis y alfalfa es la que más se enmalezó, esto tiene dos posibles explicaciones, una es el muy bajo porcentaje de implantación de la alfalfa por los motivos ya explicados y la otra podría ser por el bajo vigor inicial del dactylis, estos dos factores juntos, hacen al mayor enmalezamiento de esta mezcla, afectando la futura persistencia de la misma.

También cabe mencionar que la misma en cuanto a suelo desnudo, es la que en todo el período presenta mayor porcentaje, siendo más marcado a los 30 dps, teniendo como consecuencia un mayor enmalezamiento.

4.5. RELACIÓN PARTE AÉREA/RAÍZ

Cuadro No. 12. Cuantificación del peso seco (PS) aéreo y raíz de la pastura; relación PS aéreo/ PS raíz y pastura/maleza según tratamiento

Tratamiento.	PS Aéreo g/m ² (past.)	Sig.	PS Raíz g/m ² (past.)	Sig.	Rel PS aéreo/raíz	Sig.	Rel Past./mal.	Sig.
<i>F. arund.</i> + <i>T. rep.</i> + <i>L. corn.</i>	148	A	128	A	1,16	A	3	A
<i>D. glom.</i> + <i>M. sat.</i>	89	A	87	A	1,02	A	1	A
<i>L. per.</i> + <i>T. prat.</i>	152	A	90	A	1,69	B	6	A

Para el caso de PS aéreo, raíz y la relación pastura/malezas no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, pero sí entre la relación PS aéreo/ PS raíz, siendo raigrás y trébol rojo el que presenta mayor crecimiento de la parte aérea en relación a la raíz. Esto tiene 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 PS aéreo/raíz puesto que particionan más de los fotoasimilados hacia la raíz. La otra posible explicación es que estas especies son más vigorosas en comparación con las demás, entonces mayor desarrollo y por tanto mayor peso seco aéreo.

Comparando estos resultados con los obtenidos por Gomes de Freitas y Klassen (2011), los mismos obtuvieron para las mezclas de festuca, trébol blanco, lotus y dactylis y alfalfa, valores de la parte aérea de 109 y 126 g/m² respectivamente. En el experimento se encontraron para las mismas mezclas, valores de 148 y 89 g/m² respectivamente, o sea en el caso de la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus fue superior e inferior para el caso de dactylis y alfalfa, éste último explicado por la baja implantación de esta mezcla. Dicha mezcla a su vez es la que presenta menor biomasa radicular y relación pastura/maleza.

En este experimento, el peso de las raíces fue de 128 g/m² para la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus y de 90 g/m² para la mezcla de dactylis y alfalfa, estos valores son superiores a los resultados de otros autores y más aún en el caso de la mezcla de dactylis y alfalfa, ya que el mismo es de 43,6

g/m². En cuanto a la relación parte aérea/raíz de la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus; y dactylis y alfalfa estos autores encontraron valores de 2,5 y 2,4 respectivamente. En este experimento se encontraron valores de 1,16 y 1,02 para estas mezclas. El resultado de estos autores podría ser explicado por las condiciones de humedad favorables que presentó su experimento, mientras que en este, las condiciones fueron de bajo régimen de lluvias, lo que haría que las plantas desarrollen más su sistema radicular y reduzcan el crecimiento aéreo.

Por otro lado afirma Formoso (2011), que existen varias razones de la 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 ubicadas a mayor profundidad, seguida por *Lotus corniculatus*, trébol rojo y por último el trébol blanco. Lo que explica que si bien en la relación PA/PR del experimento, no hubo diferencias significativas para las mezclas, numéricamente la mezcla de dactylis y alfalfa fue la que menor relación presentó, explicado por la presencia de la alfalfa y en la otra mezcla una mayor relación por la presencia de trébol blanco.

5. CONCLUSIONES

No se detectaron diferencias significativas en el porcentaje de implantación a los 90 dps entre los tratamientos, tampoco en las otras variables, excepto desarrollo de gramíneas, en el cual la que obtuvo mayor desarrollo fue el raigrás en relación a las demás y la relación PA/PR. En ésta última variable se detectó diferencias significativas entre los tratamientos, siendo la mezcla de raigrás y trébol rojo la que presenta mayor relación, debido al mayor vigor de estas especies y a su vez la mezcla de dactylis y alfalfa fue la que presentó la menor, debido a la fecha de siembra y condiciones ambientales del período.

Considerando las condiciones climáticas en que se realizó el experimento, como ser temperaturas tanto del aire como a nivel de césped, precipitaciones y fecha de siembra. El resultado de implantación a los 90 dps en el experimento, se considera normal en condiciones comerciales. O sea que si bien las condiciones no fueron consideradas favorables, el resultado es aceptable.

En el caso de alfalfa si bien no se detectó diferencias estadísticamente significativas, agronómicamente el resultado de implantación fue muy bajo, de esto se desprende que el método de siembra empleado no sería el apropiado para lograr una buena implantación y número adecuado de pl/m². Otro aspecto a considerar es la fecha de siembra que debería ser más temprano (abril). No tener en cuenta estos factores, llevaría a un enmalezamiento de la misma, afectando negativamente la persistencia de la pastura. Esto se confirma por que la mezcla de esta leguminosa es la que presenta menor relación pastura/malezas si bien no hay diferencias significativas.

Las gramíneas por ser sembradas en línea y a profundidad controlada, fueron las que siempre obtuvieron mayor implantación, destacándose la festuca como la mejor y el dactylis como el peor. Esto confirma que las leguminosas en cambio por ser sembradas al voleo quedan más propensas a las condiciones ambientales y poco contacto de la semilla con el suelo, lo que explica que siempre estuvieron por debajo de las gramíneas, la alfalfa estuvo muy por debajo.

Una posible explicación del aceptable porcentaje de implantación obtenido en el experimento, es que esas mismas condiciones de poca humedad si bien afectan las plántulas en su germinación y crecimiento, por otro lado se podrían ver favorecidas por la menor presencia de patógenos del suelo. O sea existiría un balance entre condiciones tanto para los patógenos como para las plantas. De esto se concluye que si bien en condiciones de estrés hídrico,

existiría una compensación que no haría cambiar drásticamente los resultados esperados.

Si bien el porcentaje de implantación es bajo como es de esperarse por ser un proceso ineficiente, el número de pl/m² logrado, sería considerado suficiente para cubrir el suelo en la mayoría de los tratamientos estudiados en este experimento. Salvo en la mezcla con alfalfa que por el bajo número de plantas establecidas, no sería suficiente para lograr una buena pastura capaz de competir lo suficiente por el espacio, ocasionando así el enmalezamiento registrado. Cabe mencionar que un aumento de la densidad de siembra no asegura un aumento de la densidad de pl/m² establecidas.

6. RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en el potrero 32a de la Estación experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay) Ruta 3 km 363 Paysandú, Uruguay, en el período comprendido entre el 10 de junio y el 10 de agosto. El principal objetivo en este experimento fue evaluar la implantación de tres mezclas forrajeras: a) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*; b) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*; c) *Lolium perenne* y *Trifolium pratense*. Como objetivos secundarios se planteó medir el porcentaje de cobertura del suelo (proporción de suelo cubierto por pastura, malezas y mantillo) y proporción de suelo descubierto y el grado de desarrollo de las especies sembradas a los 30, 60 y 90 días post siembra. Una vez finalizado se midió la relación parte aérea/raíz (PA/PR) de las pasturas y la materia seca de malezas. El resultado promedio de implantación de las tres mezclas logrado fue de 35,5 % a los 90 dps. No variando significativamente entre los 30, 60 y 90 días post siembra (dps). Tampoco se encontraron diferencias entre especies, tanto leguminosas como gramíneas. El mayor porcentaje de cobertura por parte de la pastura fue para el caso de festuca, trébol blanco y lotus, con menor proporción de enmalezamiento y suelo descubierto, lo contrario ocurrió con la mezcla de dactylis y alfalfa, la cual presentó a lo largo de todo el período mayor proporción de suelo descubierto. Estadísticamente la mayor relación PA/PR fue para la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, y la menor para la mezcla de dactylis y alfalfa. Y dentro de la relación pastura/malezas la mayor fue para la mezcla de trébol rojo y raigrás, ésta última sin diferencias estadísticas. En cuanto al desarrollo se detectó diferencias entre las gramíneas siendo el raigrás el que se desarrolló más y no se detectaron diferencias entre las leguminosas.

Palabras clave: Implantación; Mezcla forrajera; Cobertura; Desarrollo; Relación PA/PR y pastura/malezas.

7. SUMMARY

The experiment took place in the 32a pastureland of the “Estación experimental Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay) Ruta 3 km 363 Paysandú, Uruguay, .in the period between June 10th. and July 10th. The main objective in this experiment was tu evaluate the implantation of the three fodder mixtures: a) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*; b) *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa*; c) *Lolium perenne* and *Trifolium pratense*. As a secondary objective, it was considered to measure the ground covering (ground proportion covered by grass, weed and mulch) and the proportion of land with no grass and the grade of development of the sown species 30, 60 and 90 days after sow (das). Once it was finished, it was measured the relationship between the overground and roots of the fields and the dry matter of weeds. The average result of the implantation of the three mixtures was of 35,5 % at 90 (das). It didn't change significantly between 30, 60 and 90 das. We have neither found differences between species, in legumes and grasses. The biggest percentage of covering with grass was in case of *Festuca arindinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*, with less proportion of weeds and clear ground. On the other hand, the mixture of “*Dactylis glomerata*” and *Medicago sativa* presented along all the period the highest proportion of bare ground. Statistically, the biggest relationship between PA/PR was for the mixture of “festuca”, white clover and “lotus”, and the smallest was for the mixture of “dactylis” and “alfalfa”. In the relationship pasture/weeds, the biggest was for the mixture of red clover and ryegrass, the last one without statistics differences. If we talk about development, they were detected some differences between the grasses, where the ryegrass was the one which developed more, and no differences were detected between legumes.

Key words: Implantation; Mixed fodder; Ground covering; Development;
Relationship PA/PR and grasses and weeds.

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 segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 103 p.
2. Albano, J.; Platero, T.; Sarachu, N. 2013. Evaluación invierno-primaveral de mezclas forrajeras en el primer año de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 129 p.
3. Altier, N. 1996. Impacto de las enfermedades en la producción de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 47-56 (Serie Técnica no. 80).
4. _____. 2000. Reconocimiento y manejo de enfermedades. In: Rebuffo, M.; Risso, D.; Restaino, E. eds. Tecnología de alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 125-143 (Boletín de Divulgación no. 69).
5. _____. 2010. Enfermedades de pasturas. In: Altier, N.; Rebuffo, M.; Cabrera, K. eds. Enfermedades y plagas en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 19-35 (Serie Técnica no. 183).
6. Alzugaray, R.; Ribeiro, A. 2000. Insectos en pasturas. In: Zerbino, M.; Ribeiro, A. eds. Manejo de plagas en pasturas y cultivos. Montevideo, INIA. pp. 13-28 (Serie Técnica no. 112).
7. Améndola, L.; Armentano, S. 2003. Implantación y producción forrajes sobre rastrojos de cultivos de verano en sistemas de siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
8. Ayala, W. 2001. Determinación del banco de semillas de leguminosas. (en línea). Revista Plan Agropecuario. no. 98: s.p. Consultado 11 mar. 2015. Disponible en http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R98/R98_43.htm

9. _____.; Bemhaja, M.; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Silva, J.; Cotro, B.; Rossi, C. 2010. Forrajeras; catálogo de cultivares 2010. Montevideo, INIA. 131 p.
10. Barbarrosa, R. s.f. Implantación de pasturas perennes. (en línea). s.l., INTA. 3 p. Consultado 26 feb. 2015. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/164-implantacion.pdf
11. Blanco, C. 2008. Establecimiento de gramíneas forrajeras perennes en basalto en siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 119 p.
12. Bobadilla, S. 2010. Implantación de pasturas en el noroeste del Chubut. (en línea). INTA. Esquel. pp. 167-170. Consultado 21 dic. 2014. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/implantacion-de-pasturas-en-el-noroeste-del-chubut/at_multi_download/file/INTA_ganaderia37_pasturas.pdf
13. Bordoli, J. s.f. Fertilización de pasturas de leguminosas y mezcla de gramíneas y leguminosas. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. 9 p. Consultado 28 feb. 2015. Disponible en <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/12%20-%20Fertilizacion%20de%20Pasturas.pdf>
14. Brasetti, D.; Verdier, P. 1996. Alternativas en el cultivo de alfalfa. (en línea). Revista Plan Agropecuario. no. 70: 29-31. Consultado 13 mar. 2015. Disponible en http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R70/R_70_29.pdf
15. Brito del Pino, G.; Colella, A.; Crosta, D.; Morales, C. J. 2008. Relevamiento de implantación de pasturas con gramíneas perennes en Basamento Cristalino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 125 p.
16. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
17. _____.1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).

18. _____.; Ayala, W.; Carriquiry, E.; Bermúdez, R. 1994. Siembra de mejoramientos en cobertura. Montevideo, INIA. 20 p. (Boletín de Divulgación no. 46).
19. _____.1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
20. _____.2008. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
21. _____.2010a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
22. _____.2010b. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
23. Carrasco, R.; Faliveni, W.; Herrera, M.; Rymer, R.; Solari, L.; Warren, M. 1987. Inoculación de leguminosas forrajeras. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 42: 45-47. Consultado 2 mar. 2015. Disponible en http://www.planagro.com.uy/publicaciones/revista/R42/R_42_01.pdf
24. Castaño, J. s.f. Consideraciones a tener en cuenta en la sembradora para lograr una buena implantación de pasturas. (en línea). Balcarce, INTA. pp. 5-10. Consultado 24 feb. 2015. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/consideraciones-a-tener-en-cuenta-en-la-sembradora-para-lograr-una-buena-implantacion-de-pasturas/at_multi_download/file/INTA%20%20-5%20Jornada%20Nacional%20de%20forrajes%20conservados%20-0-%20Consideraciones%20a%20tener%20en%20cuenta%20en%20la%20sembradora%20para%20lograr%20una%20buena%20implantaci%C3%B3n%20de%20pasturas.pdf
25. Chilbroste, J.; Mallarino, J.; Pisón, P. 1982. Evaluación de los requerimientos de fósforo en la instalación de leguminosas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de agronomía. 83 p.
26. Clemente, R.; Gutiérrez, J. 2000. Dinámica poblacional y persistencia de leguminosas sembradas en cobertura sobre suelos de basalto

profundo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 72 p.

27. Correa Urquiza, A. 2003. Mezclas forrajeras. (en línea). Revista Agromercado. 228: 53-54. Consultado 23 nov. 2014. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/18-mezclas_forrajeras.pdf
28. Daverede. I.; García, F.; Ruffo, L. 1999. Fertilización de pasturas y verdesos. (en línea). s.n.t. pp. 1-2. Consultado 02 mar. 2015. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/62-fertilizacion.pdf
29. Díaz, J.; Moor, J. 1980. Estudio sobre métodos y densidades de siembra de praderas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 134 p.
30. Donald, C. M. 1963. Competition among crop and pasture plants. *Advances in Agronomy*. 15 (1): 1-118.
31. Ernst, O.; Siri-Prieto, G. 2008. Sistemas de laboreo y rotación de cultivos en Uruguay; resumen de resultados. *Cangüé*. no. 30: 2-8.
32. FAO. 1991. Establecimiento y cultivo de especies adecuadas para la henificación. (en línea). s.l., FAO. Departamento de Agricultura. s.p. Consultado 27 mar. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/x7660s/x7660s08.htm#TopOfPage>
33. Fariña, M.; Saravia, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
34. Ferrari, H. s.f. Consideraciones a tener en cuenta en la sembradora para lograr una buena implantación de pasturas. (en línea). Concepción del Uruguay, INTA. 4 p. Consultado 15 oct. 2014. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/consideraciones-a-tener-en-cuenta-en-la-sembradora-para-lograr-una-buena-implantacion-de-pasturas/at_multi_download/file/INTA%20%20-5%20Jornada%20Nacional%20de%20forrajes%20conservados%20-0-%20Consideraciones%20a%20tener%20en%20cuenta%20en%20

[la%20sembradora%20para%20lograr%20una%20buena%20implantaci%C3%B3n%20de%20pasturas.pdf](#)

35. Formoso, F. 1993. *Lotus corniculatus*. I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, INIA. 23 p. (Serie Técnica no. 37).
36. _____.2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
37. _____. 2007a. Conceptos sobre implantación de pasturas. In: Jornada de Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 17-38 (Actividades de Difusión no. 483).
38. _____.2007b. Incidencia de la compactación del suelo en el período húmedo y de la calidad de la semilla sobre la implantación de distintas especies sembradas en directa. In: Formoso, F. ed. Manual para la siembra directa. Montevideo, INIA. pp. 83-93 (Serie Técnica no. 161)
39. _____.2008. Instalación de pasturas. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 125: 52-56. Consultado 25 feb. 2015. Disponible en http://www.planagro.com.uy/publicaciones/revista/R125/R_125_56.pdf
40. _____.2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, INIA. 183 p. (Serie Técnica no. 182).
41. _____.2011. Producción de semillas de especies forrajeras. Montevideo, INIA. 230 p. (Serie Técnica no. 190).
42. Funes, M. 2004. La alfalfa en San Luis. (en línea). San Luis, INTA. 3 p. Consultado 13 mar. 2015. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/08-alfalfa_en_san_luis.pdf
43. García, J.; Rebuffo, M.; Formoso, F. 1991. Las forrajeras de la Estanzuela. Montevideo, INIA. 15 p. (Boletín de Divulgación no. 7).

44. _____. 1995. Variedades de trébol blanco. Montevideo, INIA. 19 p. (Serie Técnica no. 70).
45. 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. Facultad Agronomía. 131 p.
46. González, S. 2013. Uso de curasemillas en alfalfa. (en línea). Montevideo, INIA. 5 p. Consultado 27 mar. 2015. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/143-curasemilla.pdf
47. Hidalgo, P. 2010. Evaluación del comportamiento productivo de una mezcla forrajera de ray grass (*Lolium perenne*), pasto azul (*Dactylis glomerata*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) mediante la utilización de diferentes niveles de vermicompost. (en línea). Tesis Ing. Zoo. Riobamba, Ecuador. Facultad de Ciencias Pecuarias. 134 p. Consultado 27 mar. 2015. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1256/1/17T0964.pdf>
48. INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). 2013. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. 117 p. Consultado 25 mar. 2015. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2013/PubForrajerasPeriodo2013.pdf
49. Izaguirre, P. 1995. Especies indígenas y subespontáneas del género *Trifolium* L. (Leguminosae) en el Uruguay. Montevideo, INIA. 22 p. (Serie Técnica no. 58).
50. Langer, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
51. Lavandera, C.; Jaurena, M.; Biassini, G.; De Maio, V. 2005. Inoculación de Lotus Makú. Revista del Plan Agropecuario. no. 113: 44-46.

52. Maciel, P.; Tucci, A. 2015. Evaluación de la producción de forraje de tres mezclas de primer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad Agronomía. 119 p.
53. MAP. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo. Escala 1:1.000.000
54. Millot, J. C.; Methol, R.; Risso, D. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en las áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
55. Moliterno, E. 2000. Caracterización de la producción inicial de diversas mezclas forrajeras. *Agrociencia* (Montevideo). 4 (1): 31-49.
56. Morón, A. 2000. Manejo agronómico de la alfalfa; fertilidad de suelos y estado nutricional. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. *Tecnología en alfalfa*. Montevideo, INIA. pp. 37-52 (Boletín de Divulgación no. 69).
57. _____.2001. El rol de los rastrojos en la fertilidad del suelo. *In*: Díaz Rosselló, R. ed. *Siembra directa en el cono Sur*. Montevideo, Uruguay, PROCISUR. pp. 387- 406.
58. Mujica, M.; Rumi, C. 1998. El crecimiento inicial de *Lotus glaber* afectado por la remoción y el sombreado de los cotiledones. *Revista de la Facultad de Agronomía (La Plata)*. 103 (2): 127 – 133.
59. Muslera, E.; Ratera, C. 1984. *Praderas y forrajes*. Madrid, ES, Mundi-Prensa. 702 p.
60. Olmos, F. 1997. Efectos climáticos sobre la productividad de las pasturas en la región noreste. Montevideo, INIA. 22 p. (Boletín de Divulgación no. 64).
61. _____.2001. Mejoramiento de pasturas con Lotus en la región Noreste. Montevideo, INIA. 48 p. (Serie Técnica no.124).
62. Oriella, N. s.f. Establecimiento y manejo de praderas. (en línea). s.l., INIA Carillanca. 12 p. Consultado 7 jul. 2015. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR31863.pdf>

63. _____.; Nolberto, P. 2006. Manejo del establecimiento de praderas. (en línea). s.l., INIA Carillanca. 26 p. Consultado 26 mar. 2015. Disponible en <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/inias%20carillanca.pdf>
64. Pautasso, J. 2013. Implantación de pasturas base alfalfa. (en línea). Paraná, INTA. 1 p. Consultado 10 mar. 2015. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/implantacion-de-pasturas-base-alfalfa>
65. Perdomo, C. 2009. Recomendaciones de dosis de fertilización. Montevideo, Facultad de Agronomía. 35 p.
66. Pérez, C.; Altier, N. 2000. Enfermedades de implantación en leguminosas forrajeras; importancia y estrategia de control. Cangüé. no. 19: 11-14.
67. Piñeiro, J. 1986. La alfalfa y sus mezclas con gramíneas en pastoreo. (en línea). La Coruña, s.e. pp. 133-141. Consultado 28 mar. 2015. Disponible en <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1138/1157>
68. Rebuffo, M.; Altier, N. 1996. Mejoramiento genético en trébol rojo. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 145-149 (Serie Técnica no. 80).
69. _____. 2000. Implantación. In: Rebuffo, M.; Risso, D.F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 5-13 (Boletín de Divulgación no. 69).
70. Ríos, A. 1996. Consideraciones para el manejo eficiente de las malezas en forrajeras. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 77-84 (Serie Técnica no. 80).
71. _____. 2007. Manejo de malezas en pasturas. (en línea) In: Jornada de Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 39-50 (Actividades de Difusión no. 483). Consultado 8 ago. 2014. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807120047.pdf>

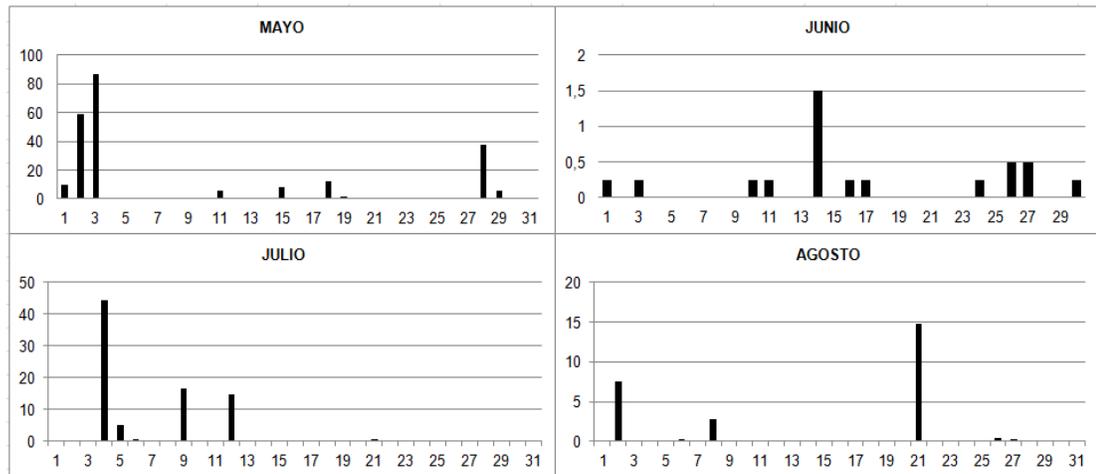
72. Romero, L. s.f. Pasturas templadas y tropicales. (en línea). Rafaela, INTA. 37 p. Consultado 28 mar. 2015. Disponible en <http://www.infortambo.com/admin/upload/arch/pasturastt.pdf>
73. Romero, O. s.f. Establecimiento y manejo de praderas. (en línea). s.l., INIA Carillanca. 12 p. Consultado 2 mar. 2015. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR31863.pdf>
74. Rosengurtt, B. 1979. Tablas de comportamiento de las principales especies de campos naturales del Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 87 p.
75. Santiñaque, F. 1979. Estudios sobre productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
76. _____; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. no. 2: 16-21.
77. Silbermann, A. s.f. Las praderas perennes y sus etapas críticas. (en línea). Montevideo, PROCAMPO URUGUAY. s.p. Consultado 15 abr. 2015. Disponible en <http://www.procampouruguay.com/wp-content/uploads/2013/09/GRAMINEAS-PERENNES.pdf>
78. 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. Facultad de Agronomía. 150 p.
79. Solari, L. s.f. Productos químicos y biológicos para una agricultura sostenible. Nitrógeno en pasturas y cultivos. (en línea). Montevideo, MGAP. p 3. Consultado 27 feb. 2015. Disponible en http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R95/R95_40.htm
80. Triñanes, E.; Uriarte, C. 1984. Efecto residual del rastrojo de girasol, maíz, soja y sorgo en el crecimiento y producción de trigo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 112 p.
81. UdelaR. FA (Universidad de la República. Facultad de Agronomía, UY). 2014. Curso botánica 2014. (en línea). Montevideo. 1 p. Consultado 16 mar. 2015. Disponible en

http://www.fagro.edu.uy/~botanica/www_botanica/webcursobotanica/web_practicos_reconocimiento/web_reconocimiento_especies/dactylis_glomerata.html

82. Urrutia, R. 2013. Efecto de la fertilización fosfatada en la implantación de *Trifolium repens* y *Trifolium pretense* en un mejoramiento de cobertura sobre campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 168 p.
83. Zanoniani, R.; Noell, S. 1997. Verdeos de invierno; condicionantes de manejo de un buen verdeo. (en línea). Young, Río Negro, Instituto Plan Agropecuario/ Sociedad Rural de Río Negro. p. 5. Consultado 16 mar. 2014. Disponible en <http://www.planagro.com.uy/publicaciones/uedy/Publica/Cart2/Cart2.htm>
84. _____; Chilibroste, P.; Ernst, O.; Zibil, S. 2003. Manejo del pastoreo y producción de forraje: resultados del monitoreo durante el año 2003. In: CONAPROLE. Área de producción lechera y RR. CC. PROYECTO; "Interacción Alimentación – Reproducción". Montevideo. cap. 3, pp. 25-34.
85. _____. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. Agrocienca (Montevideo). 14 (3): 26-30.
86. _____.; Boggiano, P.; Gomes de Freitas, S.; Klaassen, A. 2011. Efecto de fecha de siembra y tipo de barbecho en producción inicial de mezclas con *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*, potrero 32b. In: Jornada Anual de Pasturas (2011, Paysandú). Producción de carne a pasto. Paysandú, s.e. s.p.

9. ANEXOS

Cuadro No.1. Precipitaciones



Cuadro No. 2. Evolución del desarrollo de todas las gramíneas

	X	
30	1,1	C
60	2,1	B
90	3,8	A

En este cuadro se incluye el promedio de todas las gramíneas en cada fecha de evaluación.

Cuadro No. 3. Evolución del desarrollo de todas las leguminosas

	X	
30	1,2	B
60	2,9	A
90	3,2	A

Resultados para el modelo: modelo.000_N.Pl.totales.m2_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	351,01	<0,0001
BLOQUE	2	8,43	0,0032
Dias	2	1,04	0,3766
TRATAMIENTO	2	7,30	0,0056
Dias:TRATAMIENTO	4	0,01	0,9996

LSD Fisher (Alfa=0,1)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRATAMIENTO	Medias	E.E.	
FEST+LC+TB	30,17	2,17	A
Dact+ alfalfa	20,42	2,17	B
Rg+ TR	19,69	2,17	B

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

Resultados para el modelo: modelo.001_N.gram.m2_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	439,76	<0,0001
BLOQUE	2	11,51	0,0008
Dias	2	1,88	0,1845
TRATAMIENTO	2	6,19	0,0102
Dias:TRATAMIENTO	4	0,04	0,9961

TRATAMIENTO	Medias	E.E.	
FEST+LC+TB	24,54	1,64	A
Dact+ alfalfa	18,21	1,64	B
Rg+ TR	16,90	1,64	B

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

Resultados para el modelo: modelo.002_N.leg.m2_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	135,74	<0,0001
BLOQUE	2	2,34	0,1289
Dias	2	0,07	0,9350
TRATAMIENTO	2	6,77	0,0074
Dias:TRATAMIENTO	4	0,02	0,9990

TRATAMIENTO	Medias	E.E.	
FEST+LC+TB	17,37	1,79	A
Rg+ TR	9,74	1,79	B
Dact+ alfalfa	8,95	1,79	B

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

Resultados para el modelo: modelo.003_implant.Tot_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	552,47	<0,0001
BLOQUE	2	10,81	0,0011
Dias	2	1,66	0,2213
TRATAMIENTO	2	1,41	0,2734
Dias:TRATAMIENTO	4	0,01	0,9999

Resultados para el modelo: modelo.004_implant.GRAM_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	584,39	<0,0001
BLOQUE	2	14,18	0,0003
Dias	2	2,50	0,1138
TRATAMIENTO	2	0,40	0,6765
Dias:TRATAMIENTO	4	0,03	0,9984

Resultados para el modelo: modelo.005_implant.LEG_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	202,31	<0,0001
BLOQUE	2	1,64	0,2251
Dias	2	0,10	0,9021
TRATAMIENTO	2	2,65	0,1016
Dias:TRATAMIENTO	4	0,04	0,9966

Resultados para el modelo: modelo.007_desarr.GRAM_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	2642,11	<0,0001
BLOQUE	2	8,03	0,0038
Dias	2	81,73	<0,0001
TRATAMIENTO	2	9,13	0,0023
Dias:TRATAMIENTO	4	2,42	0,0913

Dias Medias E.E.

90	1,92	0,05	A
60	1,43	0,05	B
30	1,03	0,05	C

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

TRATAMIENTO Medias E.E.

Rg+ TR	1,63	0,05	A
Dact+ alfalfa	1,38	0,05	B
FEST+LC+TB	1,37	0,05	B

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

Dias TRATAMIENTO Medias E.E.

90	Rg+ TR	2,17	0,09	A
90	FEST+LC+TB	1,82	0,09	B
90	Dact+ alfalfa	1,77	0,09	B
60	Rg+ TR	1,69	0,09	B
60	Dact+ alfalfa	1,35	0,09	C
60	FEST+LC+TB	1,25	0,09	C D
30	FEST+LC+TB	1,05	0,09	D E
30	Rg+ TR	1,04	0,09	E
30	Dact+ alfalfa	1,01	0,09	E

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

Resultados para el modelo: modelo.008_Desarr.X.leg_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	4909,07	<0,0001
BLOQUE	2	6,10	0,0108
Dias	2	100,00	<0,0001
TRATAMIENTO	2	1,91	0,1807
Dias:TRATAMIENTO	4	0,72	0,5885

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	4909,07	<0,0001
BLOQUE	2	6,10	0,0108
Dias	2	100,00	<0,0001
TRATAMIENTO	2	1,91	0,1807
Dias:TRATAMIENTO	4	0,72	0,5885

Dias Medias E.E.

90	1,77	0,04	A
60	1,71	0,04	A
30	1,09	0,04	B

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

Resultados para el modelo: modelo.009_desarr.X.LEG.Hojas_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	2414,99	<0,0001
BLOQUE	2	2,06	0,1601
Dias	2	11,54	0,0008
TRATAMIENTO	2	3,47	0,0559
Dias:TRATAMIENTO	4	0,94	0,4678

Dias Medias E.E.

60	1,85	0,06	A
90	1,80	0,06	A
30	1,47	0,06	B

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

TRATAMIENTO	Medias	E.E.	
Dact+ alfalfa	1,79	0,06	A
Rg+ TR	1,75	0,06	A
FEST+LC+TB	1,58	0,06	B

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

Resultados para el modelo: modelo.010_desarr.X.Leg.tallo_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	734,88	<0,0001
BLOQUE	2	2,16	0,1481
Dias	2	98,53	<0,0001
TRATAMIENTO	2	4,52	0,0278
Dias:TRATAMIENTO	4	0,79	0,5499

Dias Medias E.E.

90	1,72	0,08	A
60	1,55	0,08	A
30	0,33	0,08	B

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

TRATAMIENTO Medias E.E.

FEST+LC+TB	1,32	0,08	A
Dact+ alfalfa	1,25	0,08	A
Rg+ TR	1,01	0,08	B

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

Resultados para el modelo: modelo.000_RESTOS.SECOS_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	3115,22	<0,0001
BLOQUE	2	20,43	<0,0001
Dias	2	11,71	0,0007
TRATAMIENTO	2	1,23	0,3188
Dias:TRATAMIENTO	4	0,35	0,8373

Dias	Medias	E.E.	
30	1,57	0,04	A
60	1,40	0,04	B
90	1,27	0,04	C

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

Resultados para el modelo: modelo.001_PASTURA_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	4133,86	<0,0001
BLOQUE	2	10,05	0,0015
Dias	2	12,51	0,0005
TRATAMIENTO	2	2,03	0,1641
Dias:TRATAMIENTO	4	0,83	0,5254

Dias	Medias	E.E.	
90	1,62	0,04	A
60	1,56	0,04	A
30	1,34	0,04	B

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

Resultados para el modelo: modelo.002_MALEZAS_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	1937,16	<0,0001
BLOQUE	2	1,33	0,2916
Dias	2	0,24	0,7906
TRATAMIENTO	2	1,25	0,3125
Dias:TRATAMIENTO	4	1,02	0,4258

Resultados para el modelo: modelo.003_SUELO.DESNUDO_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	458,75	<0,0001
BLOQUE	2	0,15	0,8623
Dias	2	2,32	0,1302
TRATAMIENTO	2	0,22	0,8016
Dias:TRATAMIENTO	4	0,29	0,8830

Resultados para el modelo: modelo.010_PS.raiz.pastura.grs_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	70,15	0,0011
Tratamiento	2	1,17	0,3989
Bloque	2	1,12	0,4102

Resultados para el modelo: modelo.011_PS.aereo.pastura.grs.m2_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	96,18	0,0006
Tratamiento	2	2,46	0,2014
Bloque	2	1,58	0,3126

Resultados para el modelo: modelo.012_biomasa.total.grs_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	80,52	0,0009
Tratamiento	2	1,33	0,3602
Bloque	2	1,11	0,4140

Resultados para el modelo: modelo.013_biomasa.total.grs.m2_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	80,51	0,0009
Tratamiento	2	1,33	0,3602
Bloque	2	1,11	0,4140

Resultados para el modelo: modelo.014_PS.raiz.pastura.grs.m2_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	70,15	0,0011
Tratamiento	2	1,17	0,3989
Bloque	2	1,12	0,4102

Resultados para el modelo: modelo.015_PS.aereo.pastura.m2_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	96,18	0,0006
Tratamiento	2	2,46	0,2014
Bloque	2	1,58	0,3126

Resultados para el modelo: modelo.016_Rel.Raiz.grs.m2.aereo.grs.m2_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	446,36	<0,0001
Tratamiento	2	9,13	0,0323
Bloque	2	0,43	0,6747

Tratamiento Medias E.E.

Dact+alf	0,99	0,07	A
fest+TB+Lc	0,87	0,07	A
Rg + TR	0,60	0,07	B

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

Resultados para el modelo: modelo.017_rel.Aereo.raiz.g.m2_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	453,28	<0,0001
Tratamiento	2	11,30	0,0226
Bloque	2	0,04	0,9642

Tratamiento Medias E.E.

Rg + TR	1,69	0,10	A
fest+TB+Lc	1,16	0,10	B
Dact+alf	1,02	0,10	B

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

Resultados para el modelo: modelo.018_Ps.malezas.m2_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	67,59	0,0012
Tratamiento	2	1,75	0,2849
Bloque	2	1,96	0,2548

Resultados para el modelo: modelo.019_rel.pastura.maleza.grs_REML

Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	4,50	0,1013
Tratamiento	2	0,95	0,4584
Bloque	2	1,24	0,3801