

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DE VERDEOS PUROS Y EN  
MEZCLAS CON LEGUMINOSAS

por

Bruno MANGADO  
Fernando SAINT-GIRONS

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2018

Tesis aprobada por:

Director :

---

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

---

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

---

Ing. Agr. MSc. Javier García

Fecha: 20 de marzo de 2018

Autores:

---

Bruno Mangado

---

Fernando Saint-Girons

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar se agradece a los tutores Ing. Agr. Ramiro Zanoniani, Ing. Agr. Pablo Boggiano, que promovieron esta tesis, al Ing. Agr. Javier García por su colaboración práctica en la realización de esta tesis. A los funcionarios de Laboratorio Vegetal y de la biblioteca de la E.E.M.A.C, al personal de Biblioteca de la Facultad de Agronomía por su gran apoyo con la revisión Bibliográfica.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
2.1. <u>FASES DE LA IMPLANTACIÓN</u> .....	2
2.1.1. <u>Germinación, emergencia y establecimiento</u> .....	2
2.2. <u>FACTORES INFLUYENTES EN LA IMPLANTACIÓN</u> .....	5
2.2.1. <u>Propiedades del suelo</u> .....	5
2.2.2. <u>Preparación del suelo</u> .....	5
2.2.3. <u>Propiedades físicas</u> .....	7
2.2.4. <u>Propiedades químicas</u> .....	8
2.2.5. <u>Propiedades biológicas</u> .....	9
2.2.6. <u>Método y profundidad de siembra</u> .....	10
2.2.6.1. <u>Siembra al voleo</u> .....	10
2.2.6.2. <u>Siembra en línea</u> .....	10
2.2.7. <u>Calidad y protección durante el período siembra – implantación</u> ..	11
2.2.8. <u>Fecha de siembra</u> .....	13
2.2.9. <u>Elección del verdeo</u> .....	17
2.2.10. <u>Fertilización</u> .....	18
2.3. <u>CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES COMPONENTES DE LA MEZCLA</u> .....	21
2.3.1. <u><i>Lolium multiflorum</i></u> .....	21
2.3.2. <u><i>Trifolium vesiculosum</i></u> .....	22
2.3.3. <u><i>Trifolium resupinatum</i></u> .....	23
2.4. <u>ANTECEDENTES NACIONALES DE IMPLANTACIÓN</u> .....	23
2.5. <u>EFFECTO DE LA MEZCLA EN LA IMPLANTACIÓN</u> .....	24
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	27
3.1. <u>LUGAR Y PERÍODO EXPERIMENTAL</u> .....	27
3.2. <u>DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL</u> .....	27
3.3. <u>ANTECEDENTES DEL SITIO EXPERIMENTAL</u> .....	27
3.4. <u>DISEÑO EXPERIMENTAL</u> .....	27
3.5. <u>DETERMINACIONES</u> .....	29
3.5.1. <u>Número de plantas</u> .....	29

3.5.2. <u>Largo y peso de raíces y parte aérea</u> .....	30
3.5.3. <u>Porcentaje de germinación</u> .....	30
3.5.4. <u>Semillas viables sembradas</u> .....	31
3.5.5. <u>Porcentaje de implantación</u> .....	31
3.6. HIPÓTESIS BIOLÓGICA.....	31
3.7. HIPÓTESIS ESTADÍSTICA.....	32
3.8. MODELO ESTADÍSTICO.....	32
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	33
4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÍODO DE EVALUACIÓN.....	33
4.1.1. <u>Temperatura promedio y precipitaciones acumuladas mensuales</u> ...	33
4.2. IMPLANTACIÓN.....	34
4.2.1. <u>Efecto mezcla en implantación</u> .....	36
4.3. NÚMERO DE PLANTAS.....	38
4.4. NÚMERO DE PLANTAS DE TRÉBOL/ M <sup>2</sup> .....	40
4.5. MACOLLOS.....	42
4.5.1. <u>Macollos/planta</u> .....	42
4.5.2. <u>Macollos según mezcla</u> .....	43
4.5.3. <u>Fertilización y macollos</u> .....	45
4.6. NÚMERO DE HOJAS DE RAIGRÁS.....	47
4.6.1. <u>Desarrollo de raigrás</u> .....	47
4.6.2. <u>Desarrollo de tréboles</u> .....	48
4.6.2.1. Promedio de desarrollo según unidades de nitrógeno.....	49
4.7. PESO SECO DE PARTE AÉREA, RAÍZ EN KG/M <sup>2</sup> Y SU RELACIÓN.....	50
4.7.1. <u>Raigrás</u> .....	50
4.7.2. <u>Leguminosas</u> .....	51
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	53
6. <u>RESUMEN</u> .....	54
7. <u>SUMMARY</u> .....	55
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	56
9. <u>ANEXOS</u> .....	62

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Resumen de tratamientos .....	28
2. Nomenclatura utilizada en las mediciones de campo.....	29
3. Porcentaje de germinación.....	31
4. Semillas viables sembradas/m <sup>2</sup> .....	31
5. Efecto mezcla en la implantación.....	36
6. Efecto nitrógeno en la implantación.....	37
7. Efecto tratamientos en la implantación.....	37
8. Relación entre semillas viables y número de plantas .....	39
9. Plantas de trébol/m <sup>2</sup> .....	40
10. Macollos según fecha de muestreo.....	42
11. Macollos/m <sup>2</sup> según mezcla y fecha de evaluación .....	44
12. Estado de desarrollo promedio según tratamiento .....	47
13. Promedio de desarrollo según diferentes variables .....	48
14. Promedio de desarrollo del componente leguminoso .....	48
15. Fracción leguminosa según unidades de nitrógeno agregadas .....	49
16. Biomasa aérea y radicular de raigrás y su relación en kg/m <sup>2</sup> .....	50
17. Biomasa aérea según unidades de nitrógeno .....	51
18. Biomasa aérea y radicular de raigrás y su relación .....	52

Figura No.

1. Disposición de bloques y tratamientos del diseño experimental .....	28
2. Comparación serie histórica y año 2016 .....	33
3. Implantación y fechas evaluadas .....	35
4. Plantas/m <sup>2</sup> según fechas .....	38
5. Macollos de raigrás en mezcla con leguminosas o puro .....	43
6. Evolución del número de macollos/m <sup>2</sup> con agregado de nitrógeno .....	46
7. Evolución del número de macollos/m <sup>2</sup> sin agregado de nitrógeno .....	46

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de carne en el Uruguay históricamente representa un importante contribución al PBI, esta actividad se desarrolla principalmente sobre campo natural, ocupando una superficie del territorio nacional de aproximadamente 70 %, esta forma de producción utiliza muy bien el recurso más barato en cuanto a la alimentación animal como es el forraje, pero presenta limitantes importantes como son la gran estacionalidad anual de la oferta de forraje (promedio primavera/verano 70%, otoño/invierno 30%), y la relativamente baja calidad del mismo (promedio 50% digestibilidad).

Estas limitantes se pueden levantar con el uso de tecnologías como pasturas sembradas, mejoramientos extensivos y verdes.

La utilización de praderas y verdes dentro de un sistema ganadero repercute en el sistema entero, entre sus funciones permite disminuir la variabilidad de la oferta de forraje a lo largo del año e incrementar la productividad secundaria por una mejora en la calidad de la dieta.

El lento crecimiento otoñal y las bajas temperaturas invernales determinan una escasez de forraje tanto en el campo natural como en las praderas convencionales por lo que se debe utilizar verdes con el fin de paliar esta deficiencia (Zanoniani y Noëll, 2002).

Optar por sembrar especies anuales dentro de un sistema, debe de ir indudablemente acompañado de una planificación previa que permita capitalizar el importante gasto que supone, y estratégicamente acompañar a la oferta general de forraje que se disponga en el predio.

Si bien se consideran de fácil implantación, la gran importancia de este proceso en la vida del verdeo condiciona la eficiencia con que se podrá utilizar, ya que poder contar con una adecuada población de plantas mediante una adecuada implantación proporcionará más forraje y mejor persistencia de las especies sembradas.

Existen consideraciones a tener en cuenta para obtener altas producciones de forraje, como son, preparación de la sementera, fecha de siembra, fertilización, y manejo del pastoreo.

El objetivo de este trabajo es la evaluación del efecto de la fertilización nitrogenada en la implantación de la mezcla entre gramíneas anuales *Lolium multiflorum* con leguminosas anuales *Trifolium resupinatum* y *Trifolium vesiculosum*, y gramíneas puras *Lolium multiflorum*.



## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los cultivos forrajeros anuales son de fácil implantación, brindando una gran oferta de alimento en un período de tiempo relativamente corto (Carámbula, 2002).

El éxito de la siembra como un alto número de plantas establecidas, está correlacionado con la probabilidad de que la semilla sea colocada en un “sitio seguro”, donde se brinden los resultados necesarios para romper la dormancia, que tengan lugar los procesos de germinación y para la protección contra algunos predadores (Harper, citado por Brito del Pino et al., 2008).

El porcentaje de establecimiento o implantación hace referencia al número de plantas que se establecen con respecto a las semillas viables sembradas y se expresa como porcentaje (Carámbula, 2002).

Teniendo en cuenta esta definición este indicador está directamente relacionado con la densidad de siembra necesaria para lograr una determinada cantidad de plantas, por lo que a medida que se logren mayores porcentajes de implantación, menores serán las densidades de siembra necesarias y como consecuencia directa un menor costo por hectárea, aumentando la eficiencia del sistema (Brito del Pino et al., 2008).

Esta primera etapa de la vida de las plántulas es fundamental ya que las pérdidas que suceden en estos procesos determinan menores producciones futuras, pudiéndose establecer bajo malas condiciones hasta el 90% de mortandad de plántulas (Silverstown y Dickie, citados por Carámbula, 2002).

### 2.1. FASES DE LA IMPLANTACIÓN

#### 2.1.1. Germinación, emergencia y establecimiento

Según Moliterno (2000), los factores de mayor relevancia que afectan la germinación y la emergencia son las características innatas de cada familia y especie, y la incidencia del ambiente a través de la temperatura y la humedad.

En las gramíneas la germinación comprende el crecimiento del germen, la ruptura de la semilla y la aparición de la radícula y el coleoptile. En las leguminosas sin embargo es simplemente la aparición de la radícula. Esta primera etapa depende de factores externos como temperatura, luz, humedad, oxígeno y de factores intrínsecos de la semilla como permeabilidad y madurez fisiológica (Carámbula, 2002).

A su vez para que estos procesos tengan éxito, es necesario contar con buenas condiciones del suelo.

En esta etapa el objetivo a perseguir es maximizar el contacto semilla-suelo y este se verá favorecido cuando se siembre en condiciones de humedad que permitan una germinación rápida y un establecimiento inmediato de las plántulas (Baycé, citado por Fariña y Saravia, 2010).

La semilla viable necesita absorber agua desde la fase líquida del suelo, esto lo realiza tanto en forma líquida como gaseosa, aspecto manejado por la profundidad de siembra, garantizando el contacto de la semilla con el frente de humedad del suelo. Un aspecto importante a resaltar radica en garantizar el suministro continuo de agua a la semilla, más seguro, que es a partir de la fase líquida (Formoso, 2007).

En su trabajo Carámbula (2002), establece que la falta de humedad del suelo al momento de la siembra reduce notoriamente las posibilidades de alcanzar una buena implantación, y Formoso (2007) resume que la disponibilidad de agua debe ser continua ya que una vez que se desencadenan los procesos de germinación si se interrumpe la disponibilidad de agua el embrión muere y los porcentajes de implantación bajan.

Es posible distinguir diferencias entre especies de acuerdo a sus necesidades de humedad para la germinación, en general las leguminosas requieren menos cantidad de humedad que las gramíneas, ya que no solo la imbibición es más rápida si no que alcanzan en menor tiempo un contenido mayor de agua (MacWilliam, citado por Carámbula, 2002).

Una vez superada la etapa de germinación, el problema lo constituye la penetración de la radícula en el suelo, el fracaso de este proceso es otro de los factores que limita el establecimiento. Si la semilla luego de absorber agua y desencadenar los procesos iniciales de germinación viera interrumpida la disponibilidad de agua, el embrión muere, los porcentajes de implantación bajan y las pasturas pueden quedar ralas o perderse (Formoso, 2007).

Fariña y Saravia (2010) especifican condiciones ambientales mínimas para estos dos procesos:

- Temperatura del suelo: adecuadas a partir de marzo, con una máxima de 35 grados Celsius, una media de 25 y una mínima de 15 grados Celsius.
- Humedad de suelo: se da entre marzo y fines de mayo
- Probabilidad de heladas: van desde 0 % en abril hasta 30 % en

junio.

Posteriormente a que las semillas germinan se produce una competencia por la supervivencia. El tiempo de germinación influye en la competencia de las plántulas ya que las que primero germinan tendrán una ventaja sobre aquellas que demoren más (Blaser et al., citados por Santiñaque, 1979).

Luego de la germinación de la semilla, la plántula pasa por tres etapas de desarrollo: heterótrofa, transicional, y autótrofa (Whalley et al., citados por La Paz et al., 1994).

La fase heterótrofa incluye la germinación ya que comienza con la imbibición de agua, emergencia de la radícula y primeras hojas hasta que comienza la actividad fotosintética. De esta manera existe cierta independencia sobre las condiciones ambientales ya que el embrión solo depende de la transferencia de reservas para su crecimiento.

En la fase transicional la plántula obtiene los recursos necesarios para su crecimiento a partir de la fotosíntesis, utilizando simultáneamente las reservas aún disponibles. Esta fase culmina cuando se agotan las reservas de la semilla y puede considerarse la fase más crítica en el proceso de establecimiento.

La fase de crecimiento ocurre en semillas viables, no dormidas y coincide con la emergencia radicular, comenzando a actuar los mecanismos activos de absorción.

La emergencia supone la aparición de la plántula sobre la superficie del suelo, resultando muy importante la velocidad con que se lleve a cabo, ya que en esta etapa la plántula no realiza fotosíntesis se encuentra en su fase autótrofa, por lo que depende de las reservas de la semilla, es además una etapa muy sensible a condiciones ambientales adversas y a diferentes profundidades de siembra.

Esta velocidad se refiere al vigor de plántula, y son propiedades intrínsecas de las diferentes especies, el raigrás anual presenta una mayor habilidad para establecerse que las leguminosas.

Resume la habilidad de cada especie para contribuir a la composición de la pastura ya que el porcentaje de establecimiento está condicionado por el porcentaje de germinación y el de mortandad.

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

Este porcentaje está limitado a las primeras etapas de vida de la pastura denominada de desarrollo, lo cual finaliza entre 10 y 12 semanas posteriores a la siembra.

Una vez que empieza la etapa heterotrófica, la planta ya no depende de sus reservas, por lo que la disponibilidad de nutrientes durante la etapa de establecimiento es un factor importante, en especial nitrógeno y fósforo.

Se puede afirmar en general, que si bien en las primeras etapas, el crecimiento de las gramíneas es más lento que el de las leguminosas, en las etapas subsiguientes, las primeras presentan una tasa de crecimiento muy importante a través de un mayor macollaje y producción de hojas (Carámbula, 2002).

## 2.2. FACTORES INFLUYENTES EN LA IMPLANTACIÓN

### 2.2.1. Propiedades del suelo

El suelo constituye la fuente básica de recursos necesarios para que el proceso de implantación se produzca. Inclusive, las variaciones en la topografía del suelo afectaran las condiciones a nivel ambiental (temperatura, calidad y composición de la luz incidente, humedad relativa, etc.) a la que estarán expuestas las semillas.

De cualquier manera la heterogeneidad espacial y cronológica constituye una de las características del medio edáfico, pudiendo ser considerado como más o menos adverso para la germinación y emergencia en diferentes momentos.

Las condiciones para la germinación sobre el suelo raramente son óptimas porque los recursos y condiciones requeridos por cada especie para una adecuada germinación cuantitativa y cualitativa son diferentes y generalmente no se dan de forma simultánea.

Por otra parte si bien el suelo es reservorio de agua y nutrientes, también es un ecosistema donde viven parásitos, predadores y microorganismos patógenos conformando un cúmulo de factores bióticos antagónicos que pueden atacar a las semillas e incluso a las plántulas.

### 2.2.2. Preparación del suelo

Carámbula (2002) dicta que el éxito de la implantación, se basa en su mayor parte en la preparación del suelo, permitiendo mediante los laboreos conseguir una correcta sementera la cual permita ubicar la semilla en un ambiente donde se asegure una buena germinación y un arraigue inmediato de las plantas.

La preparación del suelo consiste en una serie de operaciones que permiten alcanzar condiciones físicas, químicas y biológicas, que determinan un ambiente propicio para la instalación de las pasturas.

Al considerar el tamaño pequeño de las semillas de las forrajeras, es fundamental mediante la preparación, maximizar el contacto semilla suelo y su correcta cobertura.

En una situación de siembra convencional y laboreo Carámbula (2002), evaluó la productividad de algunos verdes de invierno, como avenas, raigrás, triticale y cebada y reportó para todas las especies valores de implantación menores al 50%. La explicación de estos resultados se debió a excesos hídricos próximos a la siembra. Ese bajo número de plantas conllevó a un alto macollaje, en respuesta a la menor competencia por luz y nutrientes. Con avena polaris y raigrás titán, se obtuvieron los mayores valores de implantación, 118 y 220 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente, a los 88 días post-siembra.

En cuanto al período de barbecho, se sabe que si éste no es respetado debidamente se encontrarán fallas en la implantación, menor crecimiento inicial y falta de nitrógeno. A su vez el tiempo de barbecho es determinante en la humedad y cantidad de nitrógeno a la siembra (Ernst y Siri-Prieto, 2008).

En sistemas de siembra directa se registran por lo general valores menores de establecimiento, menor tasa de emergencia y retrasos en la emergencia que son afectados por la humedad y temperatura del suelo.

La presencia de rastrojo en el surco, cuando las precipitaciones son escasas, determina que las semillas y los residuos del cultivo anterior compitan por el agua del suelo. Además impide un correcto contacto semilla – suelo necesario para que ocurra una buena germinación.

Incrementar la capacidad de acumular agua es otra de las funciones buscadas por los laboreos, con esto se incrementa la permeabilidad y porosidad lo que favorece la acumulación de agua de lluvia. Por lo que se debe contar a la siembra con una estructura que permita el intercambio gaseoso y una humedad adecuada, favoreciendo el contacto semilla suelo lo que repercutirá en mayores velocidades de imbibición y germinación (Sedgley, citado por Carámbula, 2002).

La velocidad y facilidad de implantación dependen de la fertilidad del suelo, mediante los laboreos se incrementa el nitrógeno y el potasio disponibles, afectando también de manera directa la población de microorganismos del suelo de manera positiva, ambos aspectos básicos para la implantación.

### 2.2.3. Propiedades físicas

En el suelo interaccionan una serie de materiales líquidos, sólidos y gaseosos, los cuales determinan la posibilidad del crecimiento de las plantas. La proporción de los componentes determinan las propiedades físicas del suelo: textura, estructura, color, densidad, aireación, temperatura, color y consistencia.

Las propiedades físicas que afectan directamente a las plantas, son la disponibilidad de agua y oxígeno, la temperatura y la resistencia mecánica al crecimiento radicular (Letey, citado por Durán y García Préchac, 2007).

Estas propiedades están determinadas por los regímenes de lluvia y radiación, por la cobertura y rugosidad de la superficie y por la textura y estructura del suelo. De los factores mencionados algunos son gobernados por las características propias del suelo, su ubicación geográfica y posición en el paisaje, pero la cobertura y rugosidad de la superficie y la estructura, son afectadas por el uso y manejo del suelo. También el tráfico de maquinaria y el pisoteo de animales en pastoreo, afectan la estructura del suelo (Durán y García Préchac, 2007).

La estructura del suelo se define como la forma en que las partículas de arena, limo y arcilla se ajustan para formar los agregados los cuales están separados de otros contiguos y tienen propiedades diferentes de una masa igual de partículas primarias de suelo desagregado (Gudelj, citado por Améndola y Armentano, 2003).

Las propiedades estructurales modifican el balance hídrico y alteran el desarrollo radical y por ende influyen en el crecimiento vegetal (Ellies y Ramírez, 1994).

La compactación del suelo tiene efectos en las condiciones que influyen en la germinación y emergencia. Normalmente el suministro de oxígeno a la semilla sembrada en una pobre configuración de agregados en la base de la cama de siembra es satisfactorio.

El suministro de oxígeno se vuelve insuficiente solo cuando la infiltración de agua en el suelo compactado debajo de la cama de siembra se hace lenta con la consiguiente acumulación en la base de la cama de siembra.

Los suelos se componen de unidades estructurales. Estas pueden contener muchas partículas individuales que, al adherirse entre sí, actúan en definitiva como un conjunto. La estructura del suelo no proporciona ninguno de los factores esenciales para el crecimiento vegetal.

Carámbula (2002), resume que por medio del laboreo se afectan las propiedades físicas del suelo favoreciendo el contacto semilla-suelo, evitando compactación

superficial repercutiendo en una mejor respiración de las raíces ubicadas en los horizontes superiores y aumentando la actividad de microorganismos. En cuanto a la temperatura en un suelo laboreado se constata una mayor amplitud ya que no se encuentra el efecto rastrojo cuando se utiliza la siembra directa, siendo éste un aislante del suelo.

Incrementar la población de microorganismos y la redistribución de nutrientes son dos funciones muy importantes en la preparación del suelo para una correcta implantación.

Como ya es conocido, la inclusión de leguminosas en rotación cultivo pasturas, además de la fijación de N al sistema también mejora las propiedades físicas del suelo, lo que permite una mejor exploración radicular y por lo tanto un mejor aprovechamiento del agua y nutrientes.

Según García Préchac (1997), en el mediano plazo el uso del laboreo conlleva a una pérdida de la estructura y a la compactación de suelo. Sin embargo Formoso (2007), dice que la falta de laboreo en siembra directa aumenta la compactación del primer horizonte.

#### 2.2.4. Propiedades químicas del suelo

Las principales propiedades químicas que afectan la implantación son el grado de acidez y la fertilidad del suelo, particularmente los contenidos de nitrógeno y fósforo (Carámbula, 2002).

El grado de acidez del suelo se mide por su pH, y afecta el establecimiento y la producción de forraje mediante la interacción que tiene sobre la disponibilidad de nutrientes, este efecto es mayor en suelos franco arcillosos que en suelos arenosos (García Favre et al., 2017).

El conocimiento del pH del suelo es importante agronómicamente para la definición de género y especies más propicias así como métodos, dosis y tipos de fertilizante a utilizar.

El pH determina que los minerales del suelo pasen a formar parte de la solución de agua del mismo por lo que puede determinar si son disponibles para las plantas o no.

Por debajo de pH 6 existen cambios sensibles en la solubilidad de los macro y micro elementos esenciales para las plantas (nitrógeno, potasio, azufre, calcio, y magnesio) se reducen, y se incrementan la de minerales tóxicos como aluminio y hierro (Viets, 1962).

Es posible un efecto indirecto sobre la disponibilidad de nutrientes, ya que la acidez del suelo posee un efecto negativo sobre los microorganismos responsables de la transformación de elementos esenciales como nitrógeno, fósforo y azufre (Scoot, citado por Carámbula, 2002). Estos elementos están involucrados en la simbiosis leguminosas rizobium por lo que la acidez del suelo tiene un efecto indirecto negativo sobre esta.

La no perturbación del suelo junto con la acumulación de residuos en la superficie produce grandes cambios en la dinámica y distribución de nutrientes en un sistema de cero laboreos.

Los suelos bajo este tipo de sistemas presentan diferente distribución vertical de nutrientes inmóviles, tales como fósforo y potasio, materia orgánica, actividad microbiana y raíces de cultivos. La materia orgánica está altamente relacionada con las propiedades físicas de un suelo, su poder cementante aumenta la estabilidad de los agregados y con las propiedades químicas tales como la fertilidad y capacidad de intercambio de cationes del suelo (Améndola y Armentano, 2003).

El laboreo afecta la dinámica de nutrientes ya que incrementa la tasa de mineralización de materia orgánica, promueve niveles mayores de nitrógeno, permite una mejor redistribución de los elementos inmóviles en el perfil, a su vez favorece una mejor disponibilidad de fósforo en el suelo debido a temperaturas diurnas mayores, acelera los fenómenos de oxidación y destrucción de la materia orgánica al tiempo que reduce la presencia de residuos de los cultivos, nuevas fuentes de este componente esencial del suelo (Carámbula, 2002).

#### 2.2.5. Propiedades biológicas

Se encuentran conformadas por el micro fauna presente en el suelo, constituida por lombrices, hongos, bacterias, insectos y nemátodos, que aceleran la descomposición y mineralización de la materia orgánica mejorando las condiciones del suelo. También estos organismos actúan como enemigos naturales frente a ataques de poblaciones que afectan a las plantas.

Estas poblaciones pueden afectar de diferente manera a la implantación de los verdeos invernales como también a la implantación de cualquier otro vegetal. Una manera de alterarlas es mediante la utilización o no de siembras con laboreo.

Según Castiglioni (2001), la diversidad de especies en tratamientos sin laboreo fue mayor frente a los tratamientos laboreados, de igual manera para especies con potencial de plaga como para las benéficas.

Por otro lado, Carámbula (2002), reafirma que este método provoca incrementos en la frecuencia y severidad del complejo de insectos del suelo debido a la ausencia de labores mecánicas, temperaturas más estables y mayor nivel de humedad,



así como de algunos insectos que atacan el follaje, dado que la cubierta de residuos vegetales ofrece condiciones favorables para su desarrollo y también promueve un mayor potencial de enfermedades a hongos, al convertirse estos residuos en una fuente importante de inóculo de las mismas. En cuanto a las malezas se acentúa la incidencia de las perennes e impide un control integral de la gramilla.

#### 2.2.6. Método y profundidad de siembra

En laboreo convencional como en la siembra directa, se han adaptado dos modalidades para la siembra de leguminosas, en línea y al voleo.

La siembra en línea, permite colocar la semilla dentro del surco a la profundidad determinada (según regulación). La semilla sale del cajón de semilla fina por los cañones distribuidores, hasta llegar al surco, lo que repercute en una mayor seguridad de implantación ya que se coloca la semilla en contacto con el suelo y la distribución es más precisa.

En siembras al voleo la operativa es soltando los caños de la sembradora del cajón de semilla fina, en este proceso es posible incorporar una rastra de dientes para convencional y rastra de cadena para sembradoras de directa para facilitar el tapado de la semilla. Este sistema es un híbrido, dado que muchas veces las sembradoras no regulan la profundidad con precisión y en otras porque no existe rastrojo en el momento de la siembra (Perrachón, 2010).

##### 2.2.6.1. Siembra al voleo

Es el método más corriente ya que se puede hacer con relativa facilidad y sin mayor necesidad de mecanización. En ocasiones las precipitaciones y el viento en el momento de la siembra pueden provocar distribuciones des uniformes de la siembra.

En este método de siembra las especies con aristas pueden generar dificultades ya que éstas forman quelatos con el fertilizante fosfatado difíciles de separar. En este método siempre existen riesgos de arrastre de semillas por agua de escorrentía, por ataque de hormigas y por desecación de la superficie del suelo cuando se presentan altas temperaturas post siembra.

##### 2.2.6.2. Siembra en línea

Una de las principales ventajas de la siembra en línea es poder ubicar la semilla y el fertilizante a distancias cercanas, lo cual lleva a un aumento en la eficiencia de ambos insumos, lo que culmina con menores gastos de implantación y mayores porcentajes de aprovechamiento de los nutrientes por parte del vegetal ya que en el estado de plántula los requerimientos de disponibilidad son altos.

Con el sistema de siembras en líneas se consiguió, para la misma dosis de semilla, más del doble del número de plántulas que sembrando al voleo; sembrando 10 kg/ha de trébol subterráneo en líneas alcanzó 85% más de plántulas que sembrando 15 kg/ha (Zulueta, citado por Carámbula, 2002).

En suelos pesados existe gran variación en el comportamiento de leguminosas según el método de siembra utilizado. Por ejemplo según Formoso y Allegri (1980), en trébol blanco cv. zapicán sembrado al voleo y en líneas distanciadas a 15 cm obtuvieron 33,5 y 17,5 de implantación respectivamente a los 38 días de la siembra, en laboreo convencional.

Para Carámbula (2002), para trébol blanco y lotus, la mayor instalación en cobertura que en líneas se atribuye a una incorrecta regulación de la profundidad de siembra. Aunque fue menor la población en siembra directa con respecto a cobertura, el mayor tamaño de las plantas relacionado a su mejor nodulación, les permitió desarrollar un sistema radicular que accedió a mayor volumen de suelo y por lo tanto más agua. La siembra en línea hace un uso más eficiente del agua del suelo (Hart, citado por Carámbula, 2002).

En experimentos realizados por Castaño et al. (2000), se destaca mayor implantación de las leguminosas (alfalfa, trébol blanco) al voleo tanto en implantación como a los 6 y 12 meses. Lo anterior es atribuido a condiciones óptimas de fertilidad, humedad, temperatura, fósforo cercano a la semilla y menor competencia por luz y espacio.

La ubicación precisa de la semilla bajo el nivel del suelo es considerada el factor independiente más importante para el éxito del establecimiento de una plántula. Esto está ligado directamente a las temperaturas extremas y a los rangos de humedad de la superficie del suelo (Carámbula, 2002).

Las diferentes especies responden a una determinada profundidad relativa de siembra. La profundidad óptima de siembra es aquella que las condiciones adecuadas para el desarrollo radicular, la absorción de nutrientes y la emergencia de las plántulas; el criterio que define la profundidad de siembra es el tamaño de la semilla.

Sin embargo, en instalación de mezclas es muy probable que en profundidades alrededor de 1 a 1,5 cm se logre compensar, las diferentes necesidades de los componentes de la mezcla (Carámbula, 2002).

#### 2.2.7. Calidad y protección durante el período siembra implantación

La buena semilla asegura una mejor instalación de la pastura, un mejor comportamiento sobre el desarrollo, mayores rendimientos y mejores características frente a situaciones de estrés.

Carámbula (2002), establece que una buena semilla debe de reunir tres principales características, debe de ser de la especie o cultivar que se necesita, tener un buen poder germinativo, y no debe contener impurezas ni semillas de malezas u otras especies cultivadas.

Si un productor no utiliza semilla de calidad genética y analítica limitará gravemente desde un principio la producción de sus pasturas (Carámbula, 2002).

La mala calidad de las semillas, determina inseguridad en la identificación varietal, con lo que el productor correrá el riesgo de sembrar variedades poco adaptadas a la región en particular, de baja producción, susceptible a diferentes enfermedades. La baja pureza del lote determina que se paguen impurezas como semilla, además de baja germinación y peso, lo que acarrea una menor implantación y vigor. Los riesgos de contaminación con malezas prohibidas son altos ya que se desconoce donde se producen (Formoso, 2008).

Formoso (2008), en un experimento realizado con una leguminosa (*Lotus corniculatus*) y una gramínea (*Festuca arundinacea*), de mala calidad (bolsa blanca) y semillas de buena calidad, encuentra que no solo las semillas de mala calidad poseen pesos menores, sino que la implantación fue mucho menor y este efecto se agrava con la profundidad o las condiciones de siembra, como en el caso de mejoramientos extensivos donde las plántulas deben competir con un material vivo preexistente, se encontraron reducciones del 62 y 32 % para festuca y lotus respectivamente, determinando que de cada 100 kg de semilla liviana que se compren se pierden 62 kg y 32 kg.

Formoso (2008) cita como recomendable y fundamental en los sistemas actuales de producción intensiva para lograr buenas implantaciones, el uso de cura semilla para protección temprana de la planta frente a patógenos, esta opción se vuelve más importante cuanto menos correctas sean las condiciones de siembra.

Formoso (2008), resume el caso de las gramíneas constatando que esta protección aumentó la implantación, cuantificando el número de plantas por metro lineal y contrarrestándolo con un testigo sin cura semilla, encontró que en el caso de las gramíneas (festuca, dactylis, holcus, raigrás) aumentaron en promedio un 16 % con un valor máximo de 42.

En el caso de las leguminosas (trébol blanco, lotus, alfalfa y trébol rojo) el cura semilla determinó un aumento del número de plantas del 27% con registros máximos de 143%.

Considerando los costos del cura semilla y los incrementos obtenidos en plantas concluye que es una opción muy válida y recomendable el uso de la protección temprana de la pastura, y por lo tanto contribuir a disminuir las condiciones negativas a las que se

enfrenten las plántulas, teniendo como resultado incremento en las implantaciones (Forrmoso, 2008).

Las plantas de la familia leguminosas mediante el proceso de simbiosis se asocian a rizobios capaces de fijar nitrógeno atmosférico, este proceso se conoce como fijación biológica del nitrógeno.

Esta relación es de beneficio mutuo ya que la planta obtiene el elemento esencial para su crecimiento y los rizobios hidratos de carbono producidos durante la fotosíntesis de la planta. Se ha demostrado que por cada kg de nitrógeno que es fijado la planta debe de producir 6 kg de hidratos de carbono.

Esta asociación es esencial por lo que se debe de promover con el uso de inoculantes comerciales, estos son poblaciones de rizobios específicos para cada especie de leguminosa, y son altamente efectivos en la fijación del nitrógeno. El procedimiento consiste en mezclarlos con la semilla antes de su siembra, con el objetivo de que cada leguminosa cuente al momento de nacer con su población específica y así favorecer la simbiosis.

#### 2.2.8. Fecha de siembra

Es el factor de mayor importancia para lograr una buena producción y utilización de forraje. Su importancia se basa en la dependencia de las plantas forrajeras a los factores climáticos y de la variación de éstos según la época de siembra (Zanoniani y Noëll, 2002).

Estos factores tienen un ciclo determinado por el ambiente, donde se puede afirmar que en las condiciones de Uruguay, el otoño es la época más propicia para la siembra, donde la luminosidad y temperaturas son adecuadas mostrando un descenso gradual hacia el invierno, la disponibilidad de nutrientes en especial nitrógeno y fósforo son buenas pudiéndose encontrar de 15 a 70 ppm de nitrógeno en el suelo correspondientes a 50 a 210 kg de N/ha, existe además un buen balance hídrico en esta época (Zanoniani, 2010).

La fecha de siembra en interacción con la especie y cultivar sembrados determinan los días para la primer utilización del verdeo, el tiempo de utilización del mismo, así como también la productividad en kg de materia seca del total del ciclo.

Para Carámbula (1997), son dos las ventajas de una siembra temprana: por un lado se adelanta la utilización del verdeo, y por otro, el período de aprovechamiento total es mayor, como consecuencia de que las plántulas se desarrollan en un mejor ambiente escapando de esta manera a las bajas temperaturas de invierno y a la ocurrencia de heladas que disminuyen el crecimiento de las mismas e imposibilitan una adecuada implantación.

Siembras programadas por diferentes motivos o circunstancias para después de abril, tienen como consecuencia directa la menor producción de otoño/invierno de la pastura considerada, llegándose a contabilizar reducciones de hasta 3000 kg/ha (Zanoniani, 2010).

Retrasos en la fecha de siembras determinan ineficiencias a nivel sistema, ya que no existen aprovechamientos de las buenas condiciones ambientales y llevan inexorablemente a sobrecargas de otras pasturas del sistema teniendo como consecuencia la menor productividad y menor persistencia (Zanoniani, 2010).

En un experimento realizado por Faggi (1978), con avena, raigrás y la mezcla de ambos durante 3 años, se encontraron variaciones en la fecha de entrada al primer pastoreo para diferentes fechas de siembra; sin embargo la fecha del último pastoreo se manifestó independiente de ésta.

El objetivo primario en implantación de pasturas es alcanzar un estado de desarrollo en las nuevas plantas tal que les permita sobrevivir períodos de estrés ambiental tempranos, esto se logra con una correcta fecha de siembra.

Carámbula (2002), cita a la humedad, la temperatura y su interacción con las variables que intervienen para definir la época de siembra.

En general la época de siembra está limitada a períodos en los que la humedad y la temperatura del suelo son suficientemente altas como para permitir una germinación y establecimiento rápidos, aunque puede sembrarse en un suelo seco en el otoño anticipándose a las lluvias. El otoño y la primavera son los períodos de siembra más comunes, siendo el más favorecido el de principios de otoño (Langer, 1981).

La germinación rápida y uniforme de las semillas se logra con un buen contenido de humedad del suelo. Las lluvias que ocurren luego de las siembras son consideradas como el factor ambiental que más afecta la implantación.

La falta o exceso de humedad determina consecuencias negativas para la implantación. Por un lado la falta de agua impide la germinación, exponiendo a la semilla a patógenos por más tiempo, como también puede producir fallos en la formación de nódulos por las leguminosas causando la muerte de rizobios, y el exceso de humedad determina que las semillas mueran por falta de oxígeno.

En su trabajo Castaño et al. (2000), determinan que en el verano se alcanzan las máximas temperaturas anuales, estas se presentan en los meses de enero y febrero (temperaturas promedios 24 °C). Sumando los efectos del comportamiento estacional en cuanto a la evapotranspiración, donde el verano presenta las máximas con 160-185 mm/mes, y el porcentaje de agua disponible en los suelos alcanza sus valores más bajos,

con no más del 60 %, siendo además la variabilidad de ésta máxima en esta época, por lo que no sería recomendable la siembra en esta estación.

En el otoño, la evapotranspiración es de 65-80 mm/mes esto es una disminución a más de la mitad comparándola con los meses de enero y febrero, si se considera el régimen hisoigro del Uruguay (lo que determina que las precipitaciones tienen la misma probabilidad de ser iguales todos los meses), dando como resultado más agua disponible en los suelos en esta época.

Esta tendencia continúa hacia el invierno, determinando que en estas dos estaciones del año el agua no retenida en el suelo (agua que excede la capacidad de campo) presenta los mayores valores.

Es altamente probable que el perfil esté en condiciones deficitarias de agua hasta mediados de marzo. A partir de este momento, el balance hídrico pasa a ser positivo y el suelo comienza a incrementar su almacenaje de agua. Hacia fines de mayo, lo más probable es que el suelo esté saturado complicando la realización de labores. Por ende, entre mitad de marzo y fin de mayo se dan las mayores probabilidades de realizar la siembra en condiciones favorables para el desarrollo vegetal (Romero, 2001).

En un año normal, las siembras muy tempranas de otoño se darían en condiciones de altas temperaturas, golpes de sol y poca agua. Esto puede retardar la germinación y causar muerte de rizobios. Sin embargo, siembras tempranas normalmente presentan una mejor implantación y una mayor precocidad como consecuencia de que promueven una población elevada de plántulas vigorosas. En lo que respecta a siembras tardías generalmente presentarían buenas, o excesivas condiciones hídricas, con riesgo de temperaturas muy bajas y heladas, además de entrar al invierno con poca superficie radicular. También, pueden existir condiciones de falta de oxígeno y problemas en el proceso de nodulación (Carámbula, 2002).

Los niveles de humedad necesarios para la germinación de las semillas varían entre familias y especies, las leguminosas necesitan menos humedad que las gramíneas, y dentro de ellas el dactylis requiere más que la festuca y ésta más que el raigrás el cual es posible que germine a niveles muy bajos de humedad, en cuanto a las leguminosas más usadas en la región los tréboles son los que requieren mayores cantidades de agua disponible.

En la latitud que se encuentra Uruguay las temperaturas descienden progresivamente desde enero hasta junio, y luego van en aumento hasta alcanzar los máximos en diciembre. En el verano las temperaturas pueden alcanzar hasta 45 grados Celsius, con efectos nocivos para la germinación de las plantas, a partir de marzo se presentan temperaturas medias de 25 grados Celsius lo que repercute en mayores

establecimientos de las pasturas, a medida que descienden las temperaturas el desarrollo de las plantas es más lento lo que repercute en menores establecimientos de las pasturas.

Cada especie presenta temperaturas mínimas a partir de las cuales germinan y se ven más afectadas las especies perennes que a las anuales.

Las leguminosas en particular son afectadas por las bajas temperaturas ya que se altera la nodulación. Por lo que las probabilidades de heladas y de bajas temperaturas resultan indispensables para la elección de la época de siembra.

Las siembras otoñales deberían finalizarse antes del comienzo de las heladas invernales de modo de obtener un buen establecimiento y crecimiento (Langer, 1981).

Un retraso en la época de siembra determina menores crecimientos dados por las bajas temperaturas que se dan en invierno, por lo que el tiempo para lograr una adecuada producción inicial es mayor y se retrasa la entrada de los animales a la pastura (Zanoniani y Noëll, 2002).

Por otra parte, siembras en períodos de altas temperaturas causan muerte de plantas debido a un calentamiento foliar excesivo (Formoso, 2007).

Para la región las condiciones mencionadas anteriormente determinan que la siembra de otoño sea la mejor opción, ya que los suelos son recargados con lluvias y existe la presencia de rocíos fuertes y neblinas, que permiten preparar el suelo con mayor facilidad, condiciones que no se dan a fines del invierno principios de primavera.

Si la siembra se diera demasiado temprano en otoño existe el riesgo de aparición de malezas problemáticas y las falsas germinaciones si las lluvias no perduran en el tiempo quedando el suelo seco en profundidad, causando la muerte de rizobium si perdura más de 25 -30 días sin lluvias.

Las siembras muy tardías determinan rendimientos de forraje escasos, y un desarrollo lento de las plantas lo que alarga la implantación y la entrega de forraje.

Sin embargo las siembras de primavera pueden dar buenos resultados, aún cuando habrá mayor cantidad de malezas y más competencia por luz, agua y nutrientes.

No obstante, al existir buenas condiciones de temperatura la parte aérea puede desarrollarse sin que las raíces logren suficiente volumen para exploración. En estas condiciones ante una sequía estival, las plantas tendrán alto riesgo de morir (Romero, 2001).

En cuanto a especies anuales invernales, Carámbula (2002), recomienda la siembra temprana en otoño, ya que estas especies en siembras tardías no solo conducen a

rendimientos muy bajos en otoño e invierno sino que además reducen la producción de semilla, lo que compromete la regeneración natural en el siguiente año.

El mismo autor establece diferencias entre siembras tempranas y tardías, resumiendo que las primeras alcanzan mayor porcentaje de implantación y una mayor precocidad.

Carámbula (2002), dicta que en siembras tempranas existe un crecimiento más rápido de las plantas, mayor resistencia a sequías, mejor uso de nutrientes (fósforo) y entrega de forraje más temprana en comparación con siembras tardías, teniendo éstas un bajo porcentaje de implantación, un crecimiento lento de las plántulas, sistemas radiculares más superficiales que plantas con siembras tempranas, un exceso de humedad y falta de oxígeno, baja eficiencia en el uso de fósforo y entrega tardía de forraje.

#### 2.2.9. Elección del verdeo

En la actualidad existen diferentes opciones de cultivares, no variando demasiado en la producción total de materia seca, pero sí en el momento óptimo de ingreso, como de máxima entrega de forraje.

Por lo que la elección del mismo debe de ir acompañado de un estudio de las necesidades y disponibilidades de forraje del sistema total, con el fin de no superponer ofertas en determinados momentos lo que tiene aparejado ineficiencias en el uso del recurso.

Con respecto a las diferencias entre especies en su habilidad para transformarse de semillas viables en plántulas establecidas en condiciones de campo, varios trabajos han demostrado que tanto el factor especie como la incidencia del ambiente a través de la temperatura y la humedad para estimular la germinación y la emergencia rápida, resultan normalmente los factores de mayor relevancia (Moliterno, 2000).

Moliterno (2000), dicta que en leguminosas forrajeras de emergencia epígea, la característica de tamaño de semilla mayor aporta la presencia de un mayor contenido de reservas endospermicas de considerable valor frente al costo energético para emerger y luego expender los cotiledones para que estos actúen de forma rápida como primeros órganos foto sintetizadores.

En este sentido Moliterno (2000), en su experimento dictó que el tamaño de las semillas para leguminosas dicotiledóneas de mayor a menor fue: trébol rojo – lotus – trébol blanco, no obstante lo cual lotus con un tamaño de semilla 2,2 veces mayor que trébol blanco precisó 10,39 semillas viables para producir una plántula, mientras que trébol blanco precisó 6,19. Por lo que el autor asume que la menor capacidad inicial de



competencia del lotus puede comprender en primera instancia, aspectos relacionados a su rapidez de germinación y la relación con la temperatura del microambiente edáfico.

En gramíneas Carámbula (2002), comparó el peso de semilla de seis especies y su incidencia en la capacidad de emergencia, habiendo determinado que ésta aumentó con el peso de la semilla hasta los 5 mg, ajustando un modelo cuadrático entre estas variables un  $r= 0,92$ . Entre las especies que fueron evaluadas en el experimento, *Lolium multiflorum* fue de las de mayor peso de semilla, mientras que otras como *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata* tuvieron pesos relativos a *Lolium multiflorum* de 17% y 7%, respectivamente, siendo los porcentajes de emergencia determinados por los autores de 93%, 64% y 33% para raigrás, festuca y dactylis, respectivamente.

En relación a esto, Brock et al., citados por Moliterno (2000), comparando el vigor de establecimiento entre *Lolium perenne* y *Festuca arundinacea* determinaron que a los 10 días luego de la emergencia el *Lolium perenne* había utilizado el 47% de sus reservas endospermicas, contra solo el 14% de la *Festuca arundinacea*. Esta diferencia determinó que el raigrás perenne creciera más rápidamente, desarrollando un sistema radicular que a los 8 días era más del doble de largo que el de festuca.

#### 2.2.10. Fertilización

Este aspecto es clave para la obtención de buenas producciones del verdeo. Se vuelve indispensable por dos motivos principales, la limitante general de los suelos del Uruguay en cuanto a fósforo y nitrógeno, y la gran respuesta que presentan los componentes de la mezcla a agregados externos.

Considerando este último aspecto es importante resaltar que existe una relación entre época de siembra, tipo de verdeo y fertilización que determinan diferentes respuestas.

En su trabajo Zanoniani y Noëll (2002), resumen esta interacción entre los factores estableciendo que para la variable fecha de siembra la respuesta a la fertilización es muy alta en siembras tempranas, alta en fechas de siembra intermedias y respuesta media para fechas tardías.

En cuanto a las especies se observó que *Lolium multiflorum* tiene una respuesta muy alta a la fertilización, las mezclas con *Lolium multiflorum* respuesta alta, y *Avena sativa* y *Triticum aestivum* respuesta media. En estados de desarrollo el estado reproductivo muestra muy alta respuesta, en cambio en vegetativo se observa respuesta alta y media.

La respuesta a la fertilización son los kg de materia seca adicional por cada kg de nutriente agregado. Se clasifica por muy alta respuesta, alta respuesta y media,

obteniéndose más de 25 kg, entre 10 y 25, y de 5 a 10 kg de materia seca por cada kg de nutriente aplicado respectivamente.

Tanto la facilidad y la velocidad de desarrollo de las pasturas dependen en gran medida de la fertilidad inicial del área de siembra, si los niveles de fertilidad son adecuados la pastura se desarrollará correctamente dando producciones altas, de lo contrario habrá un desequilibrio inmediato de las especies que componen la mezcla y los rendimientos no serán los esperados.

Las cantidades de nitrógeno disponible condicionan el éxito inicial de las gramíneas, y este está influenciado por el cultivo antecesor y de las prácticas culturales y de conservación de suelo que se hayan realizado (Carámbula, 2002).

Bajo condiciones de déficit de nitrógeno el primer crecimiento de las gramíneas es lento, luego en el invierno las bajas temperaturas disminuyen la mineralización de la materia orgánica, esto fue demostrado por Blackman, citado por Carámbula (2002), en su trabajo bajo las condiciones ambientales de Gran Bretaña concluye que cuando las temperaturas medias del suelo (a 0 – 10 cm. de profundidad) llegaban entre 5,5 y 8,0 grados Celsius el índice de descomposición de la materia orgánica no era lo suficientemente rápido para aportar el nitrógeno necesario para el crecimiento del raigrás.

Las gramíneas anuales deben fertilizarse correctamente con nitrógeno si se desean obtener los rendimientos buscados y además incrementar la calidad de los mismos.

Zanoniani et al. (2003), reconocen tres momentos claves para la fertilización de un verdeo: siembra, macollaje y la producción invernal.

Es necesario además contar con análisis de suelo antes de la siembra ya que de contar con más de 18 ppm de nitratos en suelo no sería justificable la fertilización, debido principalmente a que las plantas no estarán en condiciones de aprovechar más nitrógeno.

En cuanto a las aplicaciones de nitrógeno a siembra dosis pequeñas favorecen el crecimiento de las gramíneas y no perjudican a las leguminosas, pero a dosis altas resulta en un estímulo excesivo para las gramíneas y un deterioro para el proceso simbiótico de las leguminosas (Carámbula, 2002).

Gibson, citado por Carámbula (2002), en su trabajo notó que la fijación de nitrógeno atmosférico por las leguminosas es afectada por la temperatura, observó que cuando las temperaturas del suelo eran menores a 13 grados Celsius la fijación por leguminosas invernales como el trébol subterráneo se reducía notablemente siendo insignificante por debajo de 7 grados Celsius.

Si bien el nitrógeno se encuentra en niveles deficitarios en los suelos del Uruguay, en las mezclas forrajeras este elemento es aportado por las leguminosas. Por lo que es recomendable favorecer a las gramíneas con dosis bajas del elemento para lograr un equilibrio adecuado entre leguminosas y gramíneas.

El uso del nitrógeno en la implantación puede tener inconvenientes ya que según las dosis y tipo de fertilizantes utilizado se puede llegar a dañar las plántulas, principalmente de leguminosas. La siembra directamente sobre la línea de fertilizante puede tener aparejado muerte de plántulas por dos razones:

- Un efecto tóxico debido generalmente a vapores de amonio y que se da cuando los fertilizantes usados son urea y fosfato diamónico.
- Por un efecto osmótico, producto de la gran concentración de sales que hay alrededor de la semilla cuando el fertilizante se disuelve en el agua del suelo, efecto que puede agravarse en condiciones de stress de humedad (Dohara et al., citados por Díaz y Moor, 1980).

Hallsworth, citado por Finozzi y Quintana (2000), observó que aplicaciones de pequeñas cantidades de nitrógeno a la siembra favorecen a las leguminosas, lográndose un aumento del área foliar, promoviendo a su vez un aumento en la disponibilidad de metabolitos a los nódulos.

Por otro lado la aplicación de altas dosis de nitrógeno podría afectar la implantación de las leguminosas al interferir en el proceso de nodulación y promover un mayor efecto competitivo por parte de las gramíneas.

Carámbula (2002), afirma que para lograr una buena instalación, desarrollo y producción de pasturas es imprescindible la fertilización con fósforo. Este elemento es parte vital de estructuras y procesos biológicos en las plantas, siendo las leguminosas más sensibles al déficit que las gramíneas, por lo cual las fertilizaciones con este nutriente deben apuntar a satisfacer las necesidades de la componente leguminosa de la mezcla.

La gran mayoría de los suelos del Uruguay son deficientes en fósforo, por lo que se requieren aplicaciones de fertilizantes fosfatados para lograr una adecuada implantación y producción de las especies forrajeras sembradas (Castro, citado por Díaz y Moor, 1980).

Se debe tener en cuenta que deficiencias de nutrientes no solo condicionan las producciones en cuanto a materia seca, sino también las concentraciones de estos en los forrajes y por lo tanto su calidad.

Es necesario luego de la germinación, cuando la semilla haya agotado sus reservas, que el suelo contenga niveles adecuados de nutrientes para cubrir los

requerimientos de las plántulas, para su normal desarrollo y lograr así una pastura productiva y persistente (Vernet, 2005).

No obstante Santiñaque et al. (1985), manifiestan que la fertilización fosfatada afecta más el crecimiento inicial (peso de planta) que la población alcanzada durante el período de implantación.

## 2.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES COMPONENTES DE LA MEZCLA

### 2.3.1. *Lolium multiflorum*

Es una gramínea originaria del viejo mundo que pertenece a la familia poaceae tribu poeae, de ciclo productivo invernal y de hábito de vida anual, florece desde setiembre u octubre y sazona desde noviembre o diciembre hasta enero (Rosengurtt, 1970).

Los cultivares correspondientes a esta especie pueden ser definidos y clasificados por los requerimientos de frío para florecer (con y sin requerimientos) y por el nivel de ploidía (2n y 4n). Además se suma una variación importante en ciclos de crecimiento, de manera tal que existe dentro de cada uno de dichos grupos una gama muy amplia de cultivares con características diferentes (Labandera y Stewart, citados por Carámbula, 2002).

Tipo multiflorum: cultivares que tienen requerimientos de frío para florecer y que por lo tanto los macollos que se producen a partir del invierno permanecen vegetativos sin florecer; por consiguiente, pueden comportarse como bianuales (ejemplo, INIA Titán).

Tipo westerwoldicum: cultivares sin requerimientos de frío para florecer y que tienen un comportamiento estrictamente anual por ejemplo, Estanzuela 284, INIA Cetus.

Los muy buenos atributos de esta forrajera han llevado a la creación y desarrollo de cultivares tetraploides por el uso de colchicina, los cuales presentan ventajas y desventajas frente a los diploides y constituyen nuevas opciones dentro de la oferta de raigrás (Carámbula, 2002).

Acepta distintos tipos de suelo siendo altamente productivo en suelos fértiles. Muestra muy buena entrega de forraje en invierno y primavera, siendo sus rendimientos mayores o menores dependiendo del tipo de suelo.

En cuanto a la apetecibilidad, es muy buena, tiene un alto valor nutritivo y soporta pastoreos intensos con un excelente rebrote con gran número de macollos.

Tiene buena capacidad para producir semilla y fácil resiembra a medida que se aumenta la fertilidad del suelo. Las densidades de siembra para una pastura de raigrás pura van de 20 a 30 kg/ha. Debe reimplantarse todos los años desde la semilla ya que no tiene reproducción asexuada ni perennidad.

Se ofrecen como plantas rústicas agresivas y muy macolladoras frente a pastoreos directos. Por esta y otras cualidades, los diferentes tipos de raigrás anuales son gramíneas por excelencia para constituir praderas tanto de corta duración (bianuales) como de larga duración (perennes) para darles precocidad en el año de siembra. También pueden ser destinados a reservas forrajeras, ensilaje, henolaje y henificación (Carámbula, 2002).

### 2.3.2. *Trifolium vesiculosum*

Es una leguminosa anual, originaria de la región mediterránea Italia, Grecia y sur de Rusia (Duke, 1981).

Su desarrollo radicular es profundo capaz de lograr 1,5mts mediante su raíz pivotante, la cual le permite extraer nutrientes y agua, pudiendo extender el período de crecimiento y permanecer verde por más tiempo que las pasturas anuales y otras leguminosas tradicionales. Se adapta a un amplio rango de suelos, pero crece mejor en arenosos bien drenados, no resiste períodos prolongados de anegamiento. Se adapta mejor en suelos con pH ácido a neutro.

Presenta hojas trifoliadas de gran tamaño. Cada folíolo tiene forma de flecha con una marca grande de color blanco en forma de “v”. Presenta flores de color blanco con tonalidades púrpuras. Con una adecuada humedad en el suelo el período de crecimiento puede extenderse aún por más tiempo. Asimismo, una ventaja importante de la especie es que resiste al frío y es muy tolerante a la sequía.

El trébol vesiculoso es uno de los tréboles anuales más tardíos, evaluados en el proyecto de introducción de leguminosas anuales para ambientes mediterráneos, desarrollado por INIA.

La especie se ha evaluado desde el año 2000 en la pre cordillera andina, donde alcanzó la más alta producción de biomasa en la temporada de establecimiento de la pastura. Sin embargo en la segunda temporada la producción fue inferior, debido a que presenta un alto porcentaje de semilla dura. En la tercer temporada, una vez que se produce el ablandamiento natural del banco de semillas, la producción se vio en aumento nuevamente.

### 2.3.3. *Trifolium resupinatum*

Planta anual de 10 – 50 cm., glandulosa. Posee hojas trifoliadas, con folíolos obovados, las inferiores pecioladas y las superiores sub sésiles. Flores con la corola retorcida color rosado, cáliz hinchado en la fructificación y pubescente.

Está adaptada a climas mediterráneos, húmedos, tiene tolerancia a las heladas aunque a temperaturas bajas su desarrollo disminuye. Crece en distintos tipos de suelos, a intervalos de pH entre 5,5 y 9, además tolera el encharcamiento edáfico y la salinidad.

Es anual o bianual por resiembra natural. Se utilizan dosis de 5 – 10 kg/ha con una siembra delicada debido al pequeño tamaño que tienen las semillas. Un tratamiento pre siembra de las semillas en remojo permite aumentar los porcentajes de germinación.

El crecimiento invernal es lento pero hacia la primavera se hace muy productiva. Las variedades de la ssp. majus son más productivas. Presenta una elevada digestibilidad y altos contenidos de proteína bruta 16-28%. Es muy palatable pero puede causar meteorismo.

Es una especie preferentemente utilizada para pastoreo, con recomendaciones de descansos que dejen a las plantas semillar con el fin de tener una buena resiembra.

## 2.4. ANTECEDENTES NACIONALES DE IMPLANTACIÓN

El relevamiento de Brito del Pino et al. (2008), sobre implantación de praderas mezcla de gramíneas con leguminosas, arrojó resultados de 29.3 % a los 90 días, no encontrando diferencias a los 45 días. Al analizar por separado según tipo de mezcla los autores encuentran menores porcentajes de implantación (24.1%) cuando se incluye en una mezcla a especies anuales (raigrás).

El trabajo realizado por Acle y Clement (2004) sobre implantación, vigor inicial y rendimiento del primer año, dio resultados de 46 % para todas la mezclas a los 50 días post siembra, resultados muy similares a los obtenidos por Fariña y Saravia (2010) trabajando con mezclas *Festuca arundinacia*, *Agropyron elongatum*, *Trifolium repens*, y *Lolium perene-agropyron elongatum Trifolium repensque* obtuvieron 45 % a los 60 días pos siembra. Estos autores concluyen que las diferencias con Brito del Pino et al. (2008), se deben a las condiciones efecto año y al mayor tamaño de semillas utilizadas.

Gomes de Freitas y Klaassen (2011) trabajando sobre la implantación y producción de mezclas forrajeras de *Festuca arrundinacea*, *Trifolium Repens*, *Lotus corniculatus* y *Dactylis glomerata*, *Medicago sativa*, obtuvieron un promedio general de 38 % de implantación a los 90 días pos siembra, casi un 10 % mayor a registrados por Brito del Pino et al. (2008), para similares mezclas.

Diferentes trabajos demuestran que las implantaciones de las gramíneas son en general mayores que las leguminosas, Brito del Pino et al. (2008), obtuvieron 32 % en gramíneas tanto invernales como estivales y 25 % para las leguminosas, en tanto Fariña y Saravia (2010) obtuvieron valores de 50 % para *Festuca aruninacea* y 32 % para *Trifolium repens*.

Estos resultados se pueden atribuir al tamaño de la semilla más pequeño y además las plántulas de las leguminosas son más tardías y débiles pudiendo estar más afectadas por factores externos. Ya que existe una correlación positiva entre tamaño de semilla, plántula inicial y plántula final (Gross, 1984).

## 2.5. EFECTO DE LA MEZCLA EN LA IMPLANTACIÓN

El objetivo general de una mezcla es obtener los máximos rendimientos de materia seca por hectárea manteniendo las bondades de las dos familias botánicas (gramíneas y leguminosas).

La mezcla de dos o más especies forrajeras constituye una asociación de plantas con exigencias y características diferentes, pero que pueden ser complementarias y su producción más importante que sembradas por separado (Willwmin, citado por Soto, 1988).

El mismo autor dicta que la elección de una mezcla sobre un cultivo puro, debe de superar la cantidad de forraje producido o equivalente al de los componentes puros, y se debe obtener con una fertilización nitrogenada menor que las aplicadas a las gramíneas puras.

Además especifica ventajas como ser una alimentación más equilibrada ya que las gramíneas son ricas en glúcidos y potasio, y las leguminosas en nitrógeno, calcio y magnesio, la conservación de forraje como heno se facilita por la presencia de la gramínea, el ensilaje de la asociación es más fácil de lograr que con la leguminosa pura ya que la fermentación láctica es más factible gracias a la presencia de la sacarosa en la fracción gramínea.

La importancia del componente leguminosa en la mezcla no es solo provocar aumentos en los rendimientos de materia seca, sino que también su presencia incrementa la calidad del forraje, Minson y Milford (1967), en su trabajo constataron que solo la presencia de un 10% de leguminosas en una pastura madura puede aumentar hasta un 50% el consumo voluntario y promover importantes ganancias de peso en los animales que la pastorean.

Como más relevante diferentes trabajos demuestran el efecto en la reducción en los costos en la fertilización nitrogenada ya que se cuenta con la fijación biológica de la componente leguminosa.

Sobre este último punto se ha reportado trabajos de altas producciones de la asociación trébol blanco con gramíneas de 7.2 y hasta 14.2 toneladas de materia seca/ha en ausencia de fertilizaciones nitrogenadas (Besnard et al., citados por Soto, 1988).

Además de generar un aumento en el consumo voluntario de la pastura debido a un aumento en la calidad de la misma, lo que repercutirá en una mayor producción de carne en el sistema, la adición de leguminosas a gramíneas reemplaza la cantidad de fertilización nitrogenada necesaria (Breazu et al., 2006).

Además de lo anteriormente mencionado en cuanto a las mezclas, es sabido que éstas compiten mejor frente a malezas, y un 40% o más de gramíneas reduce el riesgo de meteorismo de las leguminosas y de intoxicación por nitratos o tetania (Hall y Vough, 2007).

La elaboración de las mezclas de verdeos debe realizarse teniendo en cuenta los distintos propósitos de cada sistema de producción. Se debe elegir la gramínea que mejor se adapte a un tipo de pastoreo, un régimen hídrico, competencia frente a malezas, ensilajes, o, henificación (Langer, 1981).

Las especies que componen la mezcla deben ser compatibles, es decir deben responder de forma similar al manejo, y deben de tener la misma palatabilidad bajo el sistema de manejo utilizado (Harlan, 1956).

Todas las plantas que viven juntas en una comunidad se encuentran en algún grado de competencia entre ellas durante sus ciclos de vida. Por lo general, las plantas de la misma especie compiten más directamente, y más intensamente entre ellas que entre otras especies.

Aumentos en la diversidad son propuestas como medio de aumentar la productividad, estabilidad y resistencia a la sequía (Daly et al., Skinner et al., Sendersos, citados por Formoso, 2010).

Si bien es cierto que durante el período de implantación influyen e interaccionan entre sí un número elevado de factores, es fundamental partir desde el comienzo con poblaciones adecuadas de plantas y un balance equilibrado entre las especies (Carámbula, 2002).

La mantención del equilibrio de la asociación es uno de los problemas fundamentales que regulan la productividad y la persistencia, en este sentido la fertilización como la forma de pastoreo juegan un rol preponderante (Soto, 1988).

Existen algunas variables que resultan ser determinantes para el proceso de implantación con el objetivo de obtener un balance equilibrado de especies. En este sentido debe destacarse la siembra en línea y la localización del fertilizante lo que



permite no solo un ahorro sensible de semillas y fertilizantes, sino una mayor seguridad y eficiencia final del proceso.

Las mezclas forrajeras compensan variaciones climáticas, edáficas y de manejo al contar con distintas especies con diferentes características adaptativas (Carámbula 1985, Hall y Vough 2007).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay) ubicada sobre la ruta nacional No. 3, Km 363. El mismo se llevó a cabo en el período comprendido entre el 04/05/2016 al 16/06/2016.

#### 3.2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en el potrero No. 32, a 32°23'27.71" de latitud Sur y 58°03'41.76" de longitud Oeste.

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000 el área experimental se encuentra sobre la Unidad San Manuel, correspondiente a la formación Fray Bentos, la cual se caracteriza por presentar como suelos dominantes brunosoles éútricos típicos (háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosa.

En asociación con estos se encuentran brunosoles éútricos lúvicos de textura limosa y solonetz solodizados melánicos de textura franca. Según la nueva clasificación de suelos Soil Taxonomy, los mismos pueden caracterizarse como argiduoales típicos, encontrándose natrudoles como suelos asociados.

#### 3.3. ANTECEDENTES DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Previo a la implantación de la mezcla el cultivo antecesor era una pradera de 5 años la cual fue quemada con 4 litros de glifosato 20 días previos a la siembra.

La siembra de todos los tratamientos fue realizada el 29/03/2016. La mezcla de *Lolium multiflorum*, *Trifolium resupinatum* y *Trifolium vesiculosum* fue sembrada a una densidad de 17,71 kg/ha. y el raigrás puro a 19,62 kg/ha., sembrados en líneas con una sembradora de siembra directa a una distancia de 17 cm. entre surcos y con capacidad de 6 líneas por pasada.

Previo a siembra se realizó un análisis de suelo (14/03/2016), con el fin de definir la fertilización a realizar, eliminando el posible efecto de fertilidad de suelo sobre los tratamientos, la misma fue realizada con 100 kg. de 7-40 a la siembra.

#### 3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (BBCA). El área del experimento abarcó 3,47 hectáreas, que fueron divididas en 2 bloques de 1,71

has. (correspondiente a 2 repeticiones). Cada bloque fue dividido en 4 parcelas de forma aleatoria, correspondiente a los cuatro tratamientos.

Figura No. 1. Disposición de bloques y tratamientos del diseño experimental



Cuadro No. 1. Resumen de tratamientos

Variable	Respuesta		
	Muy alta	Alta	Media
Fecha de siembra	Temprana	Intermedia	Tardia
Especie	Raigras	Mezclas con raigras	Avena-trigo
Estado de desarrollo	Reproductivo	Vegetativo	Vegetativo
Tiempo	Largos	Cortos	Cortos

Los tratamientos consisten en una mezcla de raigrás *Lolium multiflorum* cultivares E284 (2n), Bragelim (2n), Sabroso (4n), Moro (2n) y leguminosas *Trifolium resipunatum* cultivar maral y *Trifolium vesiculosum* cultivar sagit, fertilizada y sin fertilizar, y un cultivo puro de raigrás fertilizado y otro sin fertilizar. Las fertilizaciones fueron de 32 unidades de nitrógeno en forma de urea.

En un bloque se ubican los 4 tratamientos, y en el otro su repetición de forma aleatoria, para fósforo las fertilizaciones fueron realizadas en base al análisis de suelo.

### 3.5. DETERMINACIONES

El trabajo consistió en cuantificar la implantación de los diferentes tratamientos de manera de evaluar las plantas establecidas en determinado período de tiempo, e intentar verificar la hipótesis del trabajo en cuanto al efecto de la fertilización nitrogenada sobre el porcentaje de implantación.

#### 3.5.1. Número de plantas

El número de plantas se evaluó en cuatro momentos. En cada parcela se marcaron con una estaca y de forma aleatoria 6 puntos fijos de muestreo obteniendo 48 muestras en cada momento de medición, utilizando siempre estos puntos fijos durante todo el transcurso del experimento. Cada muestra constaba de un cuadro de 0,2 x 0,5 mt. en el cual se contó el número de plantas de cada especie.

Previo a las mediciones se definió una nomenclatura con el fin de caracterizar el estado de desarrollo de cada especie en el momento de muestreo, y de contabilizar el número de plantas que se observaban en cada medición. Cabe recalcar que no fue utilizada ninguna escala predeterminada, ésta fue definida en conjunto al momento de la medición.

Cuadro No. 2. Nomenclatura utilizada en las mediciones de campo

	Medidas	Significado
Leguminosas	1	Cotiledón
	2	hojas unidloriadas
	3	hojas trifoliadas
	3,1	1 hoja trifoliada
	3,2	2 hojas trifoliadas
Graminea	1	1 hoja
	2	2 hojas
	3	3 hojas
	3,1	1 macollo
	3,2	2 macollos

El primer muestreo se realizó 36 días post siembra, el 04/05/2016. La determinación del estado de desarrollo de las mismas se realizó observando cada planta presente en el cuadro a la cual se le asignó un valor de escala dependiendo de su estado de desarrollo (cantidad de hojas y/o macollos).

La segunda medición fue realizada 52 días pos siembra el 20/05/2016, repitiendo el muestreo de la misma forma.

La tercera medición se hizo a los 66 días pos siembra el 03/06/2016, a campo se recabaron los datos de la misma manera que las anteriores, con la diferencia de que en la gramínea no se contabilizaron número de macollos por planta.

Esto se debió a que el aumento en la cantidad de biomasa explicado por el macollaje y el estado de desarrollo del verdeo no permitió recabar los datos de esta manera.

Se contabilizaron número de tallos y hojas por tallo dentro del espacio delimitado por el rectángulo y posteriormente se tomaron muestras de aproximadamente 8 plantas por sitio de muestreo para ser analizadas en el laboratorio.

De esta manera se hizo un promedio de la cantidad de macollos por planta que se encontraban al momento de realizar la visita a campo.

La última y cuarta medición se llevó a cabo a los 79 días pos siembra el 16/06/2016, se realizó de la misma manera que la medición anterior, recabando datos a campo y posteriormente utilizando muestras para tomar medidas más precisas en laboratorio.

### 3.5.2. Largo y peso de raíces y parte aérea

En la última etapa de medición se tomaron muestras de cada sitio con el fin de recabar información de peso de raíz y de parte aérea como también la relación de parte aérea/raíz.

Se extrajeron panes de suelo cuadrados de 20 cm. de lado y 20 cm. de profundidad, fueron colocados en recipientes con agua para aflojar el suelo durante toda la noche, a la mañana siguiente se prosiguió a lavar el suelo de las raíces de todas las muestras, quedando así todas las plantas de la muestra limpias.

De esta manera se pudo tomar medidas de la parte aérea y la raíz de todas las plantas presentes en cada muestra, posteriormente se extrajeron las raíces y fueron a estufa de circulación forzada de aire para secarse a 60°C por 48 o 72 horas y determinar su contenido de materia seca, manteniendo la individualidad de las muestras.

### 3.5.3. Porcentaje de germinación

Se determinó en laboratorio mediante las Normas ISTA, arrojando los siguientes resultados.

Cuadro No. 3. Porcentaje de germinación

Tratamiento	Raigrás	Tréboles
1	95,3	92,7
2	96	No corresponde
3	95,7	92,7
4	96	No corresponde

### 3.5.4. Semillas viables sembradas

Una vez determinado en laboratorio el porcentaje de germinación, y conociendo la pureza, densidad de siembra y peso de mil semillas se procedió al cálculo de las semillas viables/m<sup>2</sup>.

Cuadro No. 4. Semillas viables sembradas/m<sup>2</sup>

Tatamiento	% de germinación		Peso de mil (g)	Densidad de siembra	Semillas viables/m <sup>2</sup>
	Raigrás	Trébol			
1	95,3	92,7	2,61	17,7	637,47
2	96	No corresponde	3,06	19,6	614,9
3	95,3	92,7	2,61	17,7	637,47
4	96	No corresponde	3,06	19,6	614,9

### 3.5.5. Porcentaje de implantación

Al tratarse de un verdeo se considerará implantado, el % de plantas que se establecieron a los 79 días, pos siembra momento de la última muestra. Tomando como valor de referencia 100 a la cantidad de semillas viables sembradas.

## 3.6. HIPÓTESIS BIOLÓGICAS

- La fertilización nitrogenada incrementa el establecimiento en gramíneas sembradas puras y en mezcla con leguminosas.

- La fertilización nitrogenada determina diferencias en el peso aéreo de los componentes del verdeo.

### 3.7. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

- $H_0: t_1=t_2=t_3=t_4$
- $H_a$ : al menos un efecto del tratamiento es diferente a cero.

### 3.8. MODELO ESTADÍSTICO

- $y = \mu + bl + mi + fj + dk + mi*fj + eijkl$

$y$  = variable de estudio

$\mu$  = media general

$bl$  = bloque

$mi$  = mezcla

$fj$  = fertilizante 0 - 32 N

$dk$  = fecha

$mi*f$  = interacción mezcla y fertilizante

$eijkl$  = error experimental

La información se procesó mediante el programa InfoStat, las variables medidas se las analizó por medio del análisis de varianza y en el caso de encontrarse diferencias significativas se realiza la prueba de Tukey al 10 % para determinar la mínima diferencia significativa entre los tratamientos.

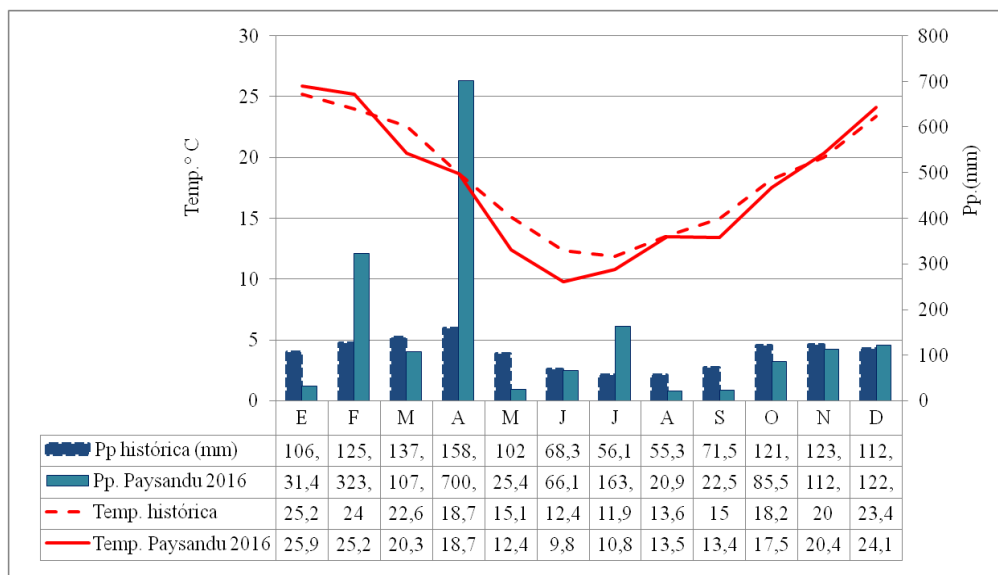
## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÍODO DE EVALUACIÓN

Se compararon los datos de temperaturas promedio y precipitaciones acumuladas de la estación Experimental Mario A. Cassinoni con la serie histórica 1980-2009 para la localidad de Paysandú.

#### 4.1.1. Temperatura promedio y precipitaciones acumuladas mensuales

Figura No. 2. Comparación serie histórica y año 2016



Con respecto a la temperatura el gráfico de la figura No.2 muestra que durante el verano previo a la siembra se alcanzaron temperaturas mayores al promedio histórico. La época de siembra en el período otoñal (marzo-abril-mayo) las temperaturas no alcanzaron las mismas intensidades que la serie histórica, igualmente estas se encuentran dentro del rango óptimo para la germinación de las especies estudiadas.

En el invierno durante la época de crecimiento inicial se registraron temperaturas más bajas que el promedio histórico, lo que puede determinar un tamaño menor de hojas, una lenta velocidad de aparición de las mismas, lo cual a su vez limita la formación de nuevos macollos.

Estas temperaturas menores a 15 °C, que en el año de evaluación se produjeron un mes antes, en mayo, cuando la serie histórica determina que las temperaturas recién se alcancen en julio pudiendo no ser óptimas para el correcto desarrollo de las especies C3. Según Carámbula (2002), las especies con metabolismo tipo C3 como *Lolium*



*perenne*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Agropyro enlongatum* tienen buen desarrollo con temperaturas de 15 a 20 °C. Es de destacar también que una vez transcurrido el invierno existió una primavera más fría que el promedio histórico.

En cuanto a las precipitaciones el gráfico muestra que existieron fluctuaciones importantes en el primer cuarto de año con respecto a la serie histórica. Enero y marzo presentaron valores menores de precipitaciones 31,4 mm vs 106,1 mm, 100 vs. 132 año 2016 vs. serie histórica respectivamente. Con respecto a febrero y abril presentaron precipitaciones 257 % y 440 % mayores respectivamente a la serie histórica.

El segundo y tercer cuarto del año 2016 no presentaron diferencias importantes entre ellos, se dieron más meses por debajo de las precipitaciones históricas que por encima, donde solo julio superó a la serie en más de 100 mm, y diciembre en solo 10 mm.

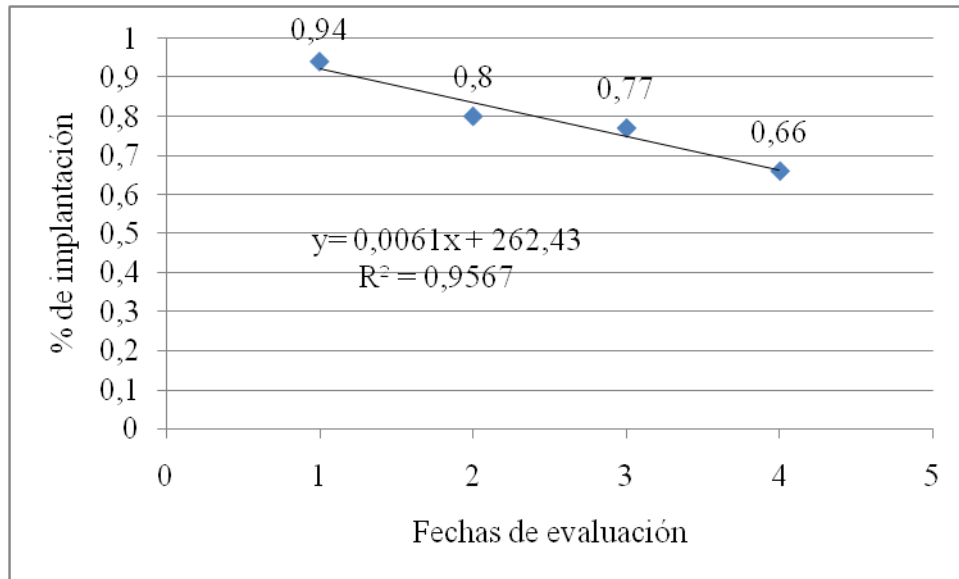
Con esta información se puede concluir que el año 2016 fue en promedio más frío que la serie histórica en un 1 °C (17°C vs. 18°C) y que las precipitaciones del año superaron al promedio histórico en 542,9 mm distribuidas principalmente en la primera mitad del año.

En cuanto a la época de implantación del verdeo se dio en un año más frío y húmedo que el promedio histórico. Dándose 90 mm. de lluvia en los primeros 15 días pos siembra del verdeo, y llegando a los 493 mm. en el mes de implantación.

#### 4.2. IMPLANTACIÓN

Los resultados indicaron que para el porcentaje de implantación las únicas diferencias significativas se encuentran en el efecto fecha, por lo que se comenzará haciendo un análisis sobre ésta para luego continuar con las demás variables estudiadas.

Figura No. 3. Implantación y fechas evaluadas



Como se puede observar en el gráfico de la figura No. 3, no existieron diferencias significativas entre los porcentajes de implantación para las primeras tres fechas de medición que corresponden a 36, 52, y 66 días pos siembra del verdeo (94, 80 y 77 % de implantación respectivamente).

Sí se reportan diferencias para las dos primeras mediciones el 4 y 20 de mayo (36 y 52 días DPS) con la última medición realizada el 16 de junio a los 79 días pos siembra, y esta última no se diferenció de la fecha 3 de junio que arrojó un porcentaje de implantación de 77%.

Considerando 90 días pos siembra el resultado general para todos los tratamientos y las parcelas arroja un porcentaje de implantación final de 66%.

Este porcentaje final representa más del doble de implantación encontradas en los trabajos de Brito del Pino et al. (2008), de 28 %, también superior al 46 % reportadas por Acle y Clement (2004), y por Fariña y Saravia (2010), de 45 % a los 90 días y 38 % de Gomes de Freitas y Klaassen (2011), en mismo período de días, y estos dos últimos porcentajes sobre suelos similares a los realizados en este experimento.

Todos estos trabajos fueron sobre praderas convencionales de larga duración y considerando que el presente trabajo es sobre especies anuales los resultados concuerdan con las afirmaciones de Carámbula (2002), quién sostiene que las especies anuales presentan mayores porcentajes de implantación que las praderas convencionales ya que

éstas tienen lento establecimiento, siendo las semillas de especies anuales más grandes y con una tasa de crecimiento mayor.

#### 4.2.1. Efecto mezcla en la implantación

Cuadro No. 5. Efecto mezcla en la implantación

Variable	Implantación
Puro	55 a
Mezcla	65 a

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

En el cuadro se expone el porcentaje de implantación según el tratamiento para la última fecha de medición, como se puede observar no existió diferencias significativas en siembras de raigrás puro o en mezcla con leguminosas en la implantación del verdeo. Concordando con los resultados de Fariña y Saravia (2010), quienes no encontraron diferencias en la implantación según el tipo de mezcla de raigrás, festuca y trébol blanco.

Es posible esperar diferencias teóricas en cuanto al porcentaje de implantación según especies, ya que según la bibliografía las leguminosas sembradas al voleo obtienen mayores porcentajes de implantación. Este efecto no fue posible medirlo ya que la mezcla es preparada en bolsas únicas, con una proporción de cada especie determinada dentro de la misma.

Considerando que se trata de familias distintas, con diferentes tamaños de semillas, desiguales requerimientos de profundidad de siembra y fertilización inicial, es esperable que pudiendo separar el método de siembra entre ellas el porcentaje de implantación de cada una aumente, principalmente el de la fracción leguminosa sometidas a una competencia dentro de la línea con una especie muy competitiva como el raigrás.

Formoso y Allegri (1980), reportaron mayor implantación de las leguminosas (alfalfa y trébol blanco) sembradas al voleo al igual que Castaño et al. (2000). A continuación se presentan los porcentajes de implantación según las unidades de nitrógeno evaluadas.

Cuadro No. 6. Efecto nitrógeno en la implantación

Unidades de nitrógeno	Implantación (%)
0	75 a
32	81 a

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

Como puede observarse no existieron diferencias significativas entre las diferentes unidades de nitrógenos incorporadas al verdeo. Por lo que el agregado de nitrógeno en este caso no mejoró los niveles de implantación como teóricamente es esperable ya que el raigrás es una especie considerada de alta respuesta al agregado de nitrógeno.

Dosis de fertilizantes nitrogenadas altas podrían afectar la implantación de la mezcla ya que favorecerían la fracción gramínea, compuesta en este caso por una especie de alta respuesta, además perjudicarían la correcta nodulación de la fracción leguminosa, todos efectos perjudiciales para la implantación y el equilibrio entre mezclas. Al no encontrarse diferencias significativas en este trabajo y en las condiciones que se presentaron es posible concluir que estas dosis (32 unidades de nitrógeno) son inferiores a la necesaria para causar estos efectos.

Es de destacar también que los niveles de fósforo en suelo eran inferiores a los requerimientos para la fracción leguminosa registrándose máximos de 9 ppm. un día antes de la siembra del verdeo, como comparación se pueden tomar los requerimientos de *Trifolium pratense* (el que menos los tiene) de 14 ppm. de P en los primeros 20 cm. de suelo, Santiñaque (1979), manifiesta que la fertilización fosfatada afecta más el crecimiento inicial que la población alcanzada durante el período de implantación.

El siguiente cuadro resume el porcentaje de implantación y los tratamientos utilizados.

Cuadro No.7. Efecto tratamientos en la implantación para la última fecha de medición.

Tratamiento	Implantación
1	59 a
2	59 a
3	73 a
4	50 a

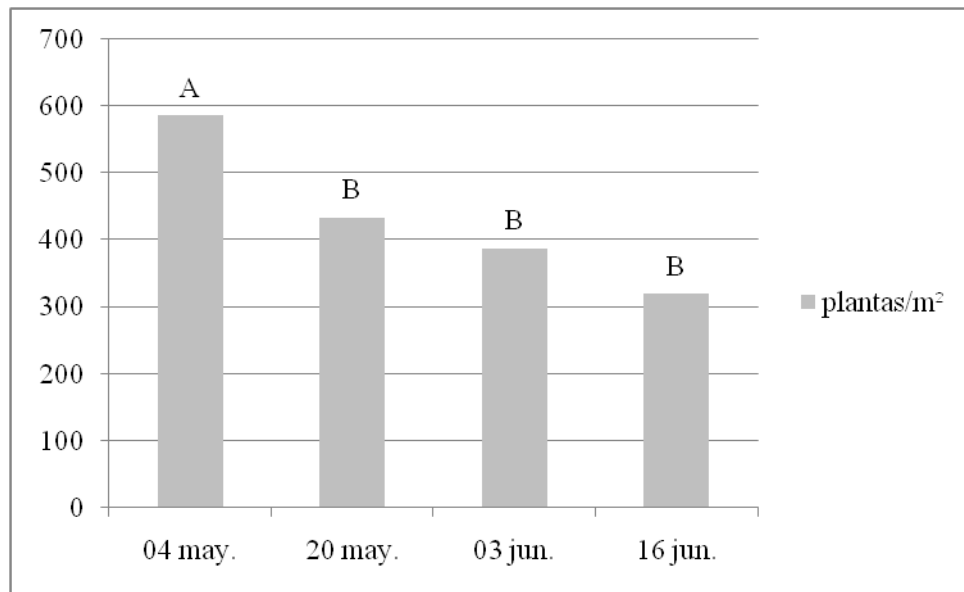
T1 = mezcla fertilizada con 32 U.N. T2= raigrás fertilizado con 32 U.N. T3= mezcla con 0 U.N. T4 =mezcla con 0 U.N. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ).

Los resultados indican que no existen diferencias significativas en la implantación, para ninguna de las combinaciones de los diferentes tratamientos, siendo en torno al 60 por ciento el promedio para todos ellos.

#### 4.3. NÚMERO DE PLANTAS

En la figura número 4 puede observarse la evolución del número de plantas de raigrás/m<sup>2</sup> obtenido mediante las mediciones realizadas durante todo el período de evaluación.

Figura No. 4. Plantas/m<sup>2</sup> según fechas



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

Como muestra el gráfico de la figura No. 4 existió un marcado descenso en el número de plantas por metro cuadrado a medida que nos alejamos de la primera medición realizada.

A pesar de esto, nos encontramos con un número de plantas alto a los 36 días post-siembra. Esto puede deberse a la buena disponibilidad hídrica que existió en torno a la siembra, encontrándose la semilla al momento de tomar contacto con el suelo sin restricciones de humedad. A su vez las temperaturas durante el mes de abril se mantuvieron entre 15 y 20°C que como fue remarcado anteriormente se encuentran dentro de un rango óptimo (Carámbula, 2002).

Durante el mes de abril se dieron precipitaciones excesivamente altas, muy por encima del promedio histórico, más precisamente llovieron 700 mm. Dado que durante

esta etapa, donde todavía nos encontramos con una pastura que se está estableciendo, las condiciones ambientales son de extremada incidencia en la mortandad de plantas. Estas lluvias originadas durante el primer mes de implantación pueden ser causantes del marcado descenso en el número de plantas de raigrás contabilizado en las siguientes fechas de medición.

Si tomamos como base de 100% el número de plantas de la medición realizada el 4 de mayo de 2016 nos encontramos con un descenso al 79% en 16 días mostrando diferencias significativas con la primer fecha de muestreo marcando una tendencia a la baja, ya que al 3 de junio de 2016 ese 100% habría descendido al 67% y para el 16 de junio de ese año al 55%.

Como ya mencionamos este descenso de un 45% en el número de plantas de raigrás desde 36 a 79 días post siembra, se puede deber a mortandad de plantas por exceso de agua en el mes de implantación, así como competencia entre las mismas plantas.

Cuadro No.8. Relación entre semillas viables y número de plantas

Tratamiento	Numero de semillas viables/m <sup>2</sup>	Fecha de muestreo			
		04 may.	20 may.	03 jun.	16 jun.
		Días post siembra			
		36	52	66	79
Número de plantas/m <sup>2</sup>					
Raigás (mezcla)	392	484	428	336	283
Raigás (puro)	626	598	436	399	319
Trebol	305	150	147	145	137

En cuanto al número de semillas viables/m<sup>2</sup> y el número de plantas post siembra, puede apreciarse para el raigrás, cuando fue sembrado en mezcla con los diferentes tréboles, que se contabilizó un mayor número de plantas para las dos primeras fechas de medición que semillas viables sembradas. Un causante de esto puede haber sido que se haya dado una emergencia de raigrás espontáneo debido a la cantidad de agua disponible en el suelo durante esas fechas. Aunque para el raigrás cuando fue sembrado puro no se contabilizaron mayores cantidades de plantas que semillas viables sembradas, se resalta su alta emergencia, alcanzando valores logrados en laboratorio por lo que es de esperar también que haya habido una influencia de la emergencia de raigrás espontáneo en las parcelas.

La proporción de plántulas establecidas frente a la cantidad de semilla viable sembrada es determinada en gran parte, en las primeras semanas después de la siembra,

ya que en esta etapa la competencia entre las plántulas es severa, esto nos da otro indicio de la bajada en el número de plantas observado al aumentar los días post siembra.

La semilla viable necesita absorber agua desde la fase líquida del suelo, esto lo realiza tanto en forma líquida como gaseosa, aspecto manejado por la profundidad de siembra, garantizando el contacto de la semilla con el frente de humedad del suelo. Según Formoso (2007), un aspecto importante a resaltar radica en garantizar el suministro continuo de agua a la semilla, más seguro, que es a partir de la fase líquida, siendo otro influyente en la gran germinación del raigrás obtenida en los primeros días post siembra.

Cabe recalcar que no existieron diferencias significativas en cuanto al número de plantas de raigrás contabilizadas en la misma fecha con la variante si fue sembrado en mezcla con las leguminosas o si fue sembrado puro, y no así como ya fue indicado en la gráfica anterior, entre las diferentes fechas.

#### 4.4. NÚMERO DE PLANTAS DE TRÉBOLES/M<sup>2</sup>

Cuadro No.9. Plantas de trébol/m<sup>2</sup>

Fecha	Dias post siembra	Plantas/m <sup>2</sup>	Efecto mezcla x nitrógeno	Plantas/m <sup>2</sup>
4 may.	36	150 a	m=0	142 a
20 may.	52	147 a	m=32	147 a
03 jun.	66	145 a		
16 jun.	79	137 a		

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

Como se puede observar en el cuadro el número de plantas de tréboles no varió significativamente entre las fechas evaluadas y hasta los casi 100 días pos siembra por lo que se puede establecer con seguridad la gran estabilidad de las especies que componen la mezcla considerando que se trata de un verdeo de corta duración.

Si se estudia el efecto del nitrógeno en cuanto al establecimiento de plantas de trébol, los resultados indican que no existen diferencias significativas en cuanto a las plantas de tréboles establecidas.

Si se considera que el agregado de 32 unidades de nitrógeno, correspondientes a casi 70 kg de urea, no repercutiría en más establecimiento de plantas de tréboles ya que no existieron diferencias significativas con cero fertilizaciones, para la implantación de las especies estudiadas no sería necesaria la fertilización con el objetivo de aumentar establecimiento de los tréboles.

Estos resultados difícilmente puedan deberse a que el suelo aporte las cantidades necesarias para el establecimiento de las especies, por las condiciones ambientales que se presentaron en el año de estudio que irían en contra de la mineralización del nitrógeno, si no que los resultados pueden deberse a la capacidad de las leguminosas de fijar nitrógeno del aire.

Si bien pueden parecer pocas plantas por metro cuadrado esto se puede deber a la poca cantidad de plantas sembradas ya que en la mezcla el componente leguminosa es del 30%, además el compañero de la mezcla es una especie de gran competitividad sumado el lento crecimiento inicial de los tréboles considerados.

En cuanto a la componente leguminosa de la mezcla, se aprecia que el número de plantas que fue contabilizado a los 36 días post-siembra fue de un 49% en relación a las semillas viables sembradas. Pudiéndose apreciar la primera diferencia en cuanto a raigrás, ya que para esta fecha el número de plantas de la gramínea en relación a las semillas viables sembradas fue mucho mayor.

La otra diferencia que se encontró con la gramínea es su comportamiento en el tiempo, manteniéndose los valores relativamente estables mediante el período de evaluación, no encontrándose diferencias significativas para número de plantas en las diferentes fechas, contrariamente con el raigrás donde su descenso fue marcado.

Este comportamiento se adecua con lo reportado en la bibliografía en datos recabados por Gomes de Freitas y Klaassen (2011), donde a pesar de no ser las mismas especies implantadas, se da un mismo patrón de número de plantas para las diferentes mediciones.

Según Carámbula (1997), este comportamiento que se da en la leguminosa es debido a la cantidad de semillas duras, teniendo como consecuencia una germinación escalonada en el tiempo.

Cabe recalcar que no se encontraron datos de número de plantas/m<sup>2</sup> para las especies trabajadas en esta tesis, por lo que se procedió a comparar con otras leguminosas.

Según algunos autores estas diferencias pueden darse por el peso de las semillas, Stanton, citado por Carámbula (2002), ha demostrado las ventajas de las semillas grandes sobre las chicas y ha sostenido que el crecimiento de las plántulas es directamente proporcional al peso de las semillas.

Tal es así que el peso de mil semillas de las leguminosas utilizadas en la mezcla fue de 1,59 gramos.



## 4.5. MACOLLOS

### 4.5.1. Macollos/plantas

El cuadro resume la evolución de los macollos en el tiempo.

Cuadro No. 10. Macollos según fecha de muestreo

Fecha	Macollo/m <sup>2</sup>	Macollos/plantas
04 may.	397 a	0,71 a
20 may.	839 b	2,1 b
03 jun.	1180 c	3,13 d
16 jun.	1402 d	4,65 c

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

El cuadro resume la evolución de los macollos en el tiempo. Se encontraron diferencias significativas entre las cuatro fechas de muestreo para los macollos por plantas, representando el desarrollo del verdeo en el tiempo, llegando a los 79 días pos siembra con 4.65 macollos/planta.

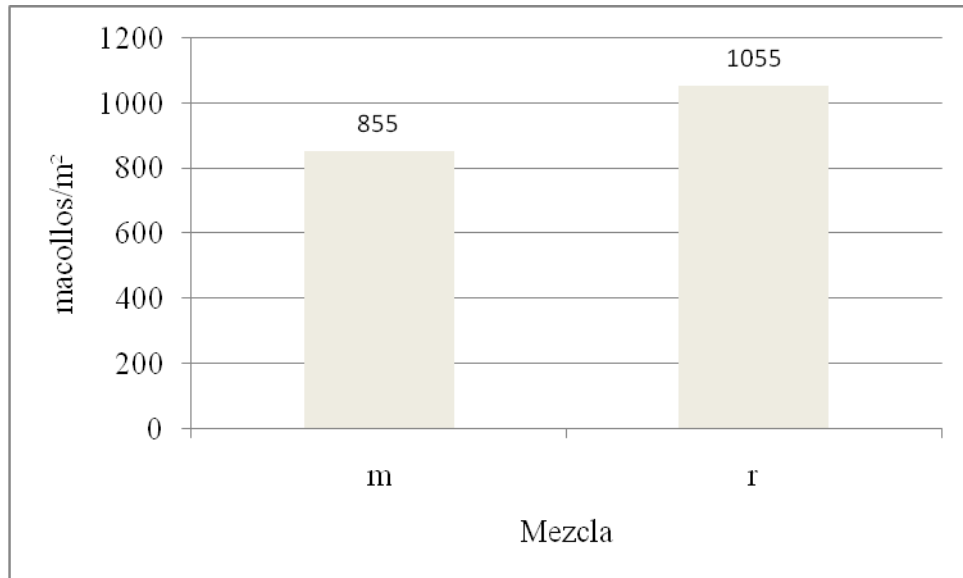
A medida que queda menos plantas/m<sup>2</sup> como muestra la figura No. 3 debido a los procesos que afectan la implantación, cada planta encuentra más recursos para su desarrollo.

Estos valores son inferiores a los reportados por Fariña y Saravia (2010), de 6 macollos/planta respectivamente, ambos trabajos realizados con *Lolium perenne*.

La tendencia para los macollos por área es creciente a medida que nos alejamos de la fecha de siembra, concordando con los macollos por plantas, con el desarrollo del verdeo en el tiempo cada planta presenta más macollos lo que repercute en los macollos por área.

#### 4.5.2. Macollos según mezcla

Figura No. 5. Macollos de raigrás en mezcla con leguminosas o puro.



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

En la figura No. 5, el gráfico muestra los macollos/m<sup>2</sup> de raigrás para la última fecha de medición, comparando el raigrás puro o en mezcla con las leguminosas del experimento. Como se puede observar los macollos por metro cuadrado de la fracción gramínea disminuyen significativamente cuando crecen con una mezcla.

Este efecto depresivo en el macollaje puede deberse a la competencia en la línea de siembra que presenta el raigrás al ser sembrado en mezcla. O a la mayor densidad de siembra utilizada en el verdeo puro.

En el siguiente cuadro se resumen los macollos/m<sup>2</sup> según tipo de mezcla y fecha de evaluación.

Cuadro No. 11. Macollos/m<sup>2</sup> según mezcla y fecha de evaluación.

Fecha	Tipo de mezcla	Macollos/m <sup>2</sup>	Dias post siembra
04 may.	m	392 a	36
04 may.	r	402 a	36
20 may.	m	77a b	52
20 may.	r	903 bc	52
03 jun.	m	1026 bcd	66
03 jun.	r	1335 de	66
16 jun.	m	1224 cd	79
16 jun.	r	1579 e	79

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

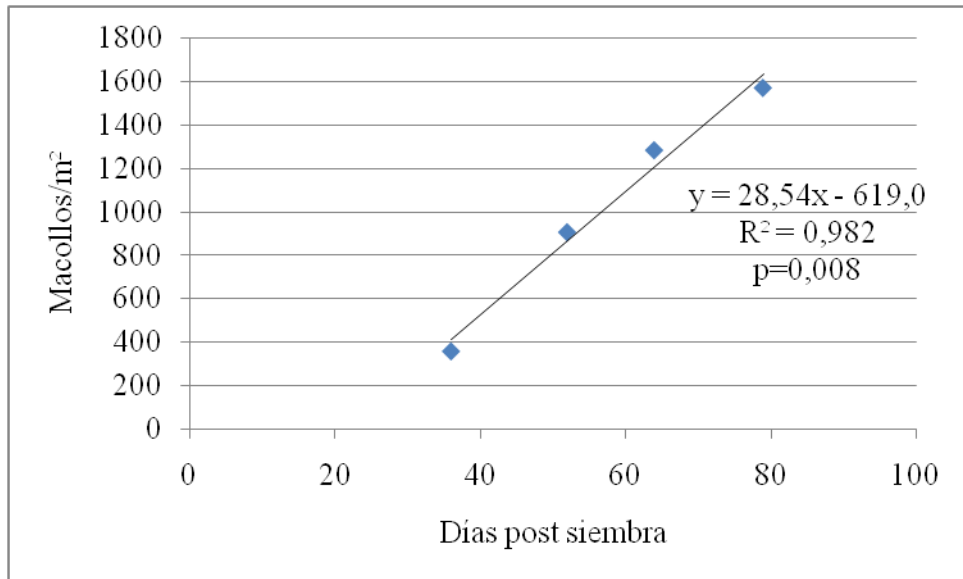
Del siguiente cuadro se desprende que no existieron diferencias entre los macollos/m<sup>2</sup> en los 36 días pos siembra para el raigrás creciendo en forma aislada o en mezcla con las leguminosas. Sí existieron diferencias entre estas dos y 16 días más de crecimiento llegando a los 52 días pos siembra con 800 macollos/m<sup>2</sup> en promedio y con diferencias significativas a los 36 días pos siembra.

Al observar para una misma fecha el número de macollos/m<sup>2</sup> solo en los 79 días pos siembra se observan diferencias significativas, para las restantes fechas no existen diferencias entre ellas cuando el verdeo es sembrado en mezcla o puro. Sí se reportan diferencias entre fechas.

Tanto para la mezcla gramínea y leguminosa como para el raigrás sembrado puro el número de macollos/m<sup>2</sup> se estableció definitivamente a los 66 días ya que no hubo diferencias con 79 días pos siembra.

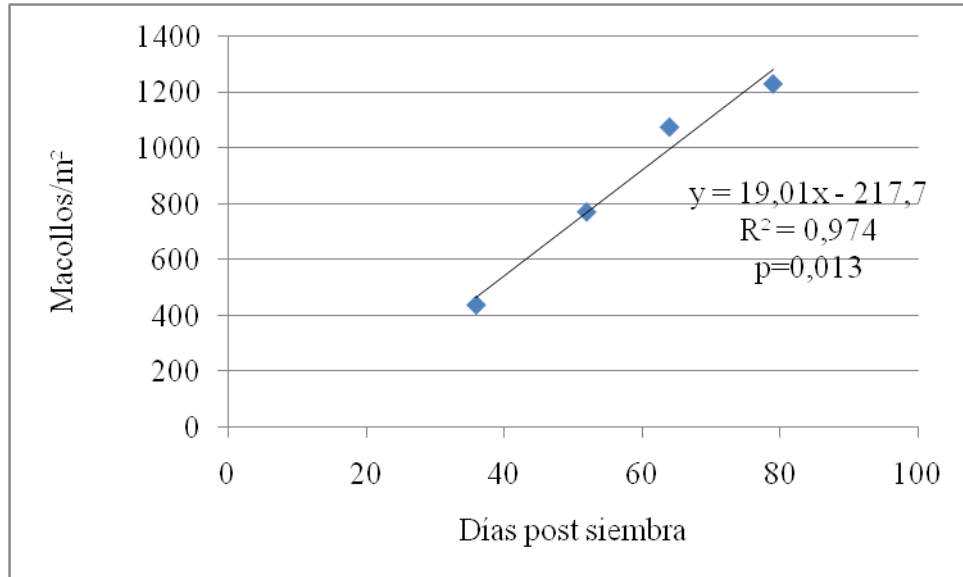
#### 4.5.3. Fertilización y macollos

Figura No. 6. Evolución del número de macollos/m<sup>2</sup> con agregado de nitrógeno.



En la figura No. 6 se observa la evolución del número de macollos/m<sup>2</sup> para los diferentes días post siembra cuando la pastura fue fertilizada con 32 unidades de nitrógeno. Se aprecia un ajuste de esta evolución a una regresión lineal con un marcado aumento en la cantidad de macollos/m<sup>2</sup> con el correr del tiempo a una tasa de 28,5 macollos/m<sup>2</sup> diarios, obteniéndose diferencias estadísticamente significativas para las distintas fechas de medición.

Figura No. 7. Evolución del número de macollos/m<sup>2</sup> sin agregado de nitrógeno



La figura No. 7 resume la evolución de los macollos/m<sup>2</sup> del raigrás para los distintos días post siembra, en parcelas sin agregado de nitrógeno.

Al igual que la figura No. 6 la evolución se ajusta a una regresión lineal simple mostrando diferencias estadísticamente significativas para las diferentes mediciones.

Como era de esperar la tasa de aparición de macollos en los tratamientos con agregado de nitrógeno fue 1,5 veces mayor que en los tratamientos sin agregado de urea.

Esto concuerda con la bibliografía en cuanto a que la fertilización nitrogenada incrementa la tasa de aparición y densidad de macollos de pasturas gramíneas en condiciones de corte (Wilman y Wright, Whithead, Marino, Schenester et al., citados por Iurato y Rodríguez, 2002), este incremento puede ser parcialmente explicado por un efecto directo del nitrógeno sobre la actividad de los meristemos potencialmente productores de nuevos individuos.

Como efecto indirecto hay un incremento en el número de hojas, que como muestra el anexo No. 15, es el carácter morfo genético con más influencia en los caracteres estructurales como por ejemplo densidad de macollos, el cual implicaría la generación de un mayor número potencial de sitios productores de macollos para los cultivos que crecen sin carencia de nitrógeno (Iurato y Rodríguez, 2002).

#### 4.6. NÚMERO DE HOJAS DE RAIGRÁS

##### 4.6.1. Desarrollo raigrás

El siguiente cuadro resume el estado de desarrollo promedio del raigrás para todos los tratamientos.

Cuadro No. 12. Estado de desarrollo promedio según tratamiento

Tratamiento	Promedio de desarrollo
1	2,83 a
2	2,74 a
3	2,88 a
4	2,84 a

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

1=1 hoja, 2 =2 hojas, 3=3 hojas.

Como se observa en el cuadro no existieron diferencias significativas entre los tratamientos para el desarrollo promedio de todas las fechas juntas del raigrás.

Cuadro No. 13. Promedio de desarrollo según diferentes variables

Variable	Promedio de desarrollo
Fecha	
04 may.	3,06 a
20 may.	2,94 a
03 jun.	2,62 b
16 jun.	2,63 b
Unidades de nitrógeno	
32	2,78 a
0	2,85 a
Mezcla	
Puro	2,79 a
Mezcla	2,85 a

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

La única variable donde se encontró diferencias estadísticamente significativas fue en la fecha.

Esto puede deberse a que la producción del raigrás es de otoño-invierno-primaveral aunque concentra más su producción principalmente en la salida del invierno inicios de primavera, concordando con tasas diarias de crecimiento elevadas.

El desarrollo de gramíneas forrajeras puede ser definido a partir de los procesos de formación, expansión y muerte de órganos. Por lo que las variables morfo genéticas en un macollo de gramínea se relacionan a la tasa de aparición, la tasa de elongación y vida media foliar (Chapman y Lemaire, citados por Colabelli et al., 1998).

Estas variables influenciadas por las condiciones ambientales y de manejo, determinan las características estructurales de una pastura como tamaño de hojas, número de macollos por individuos y hojas vivas por macollo.

Ellas definirán el índice de área foliar (IAF) y con esto la capacidad de captar energía lumínica y por lo tanto, determinar el crecimiento de la pastura (Colabelli et al., 1998, ver anexo No. 14).

La ausencia de diferencias significativas en cuanto a la fertilización nitrogenada es concordante con una parte de la bibliografía, que reporta ausencia de efecto del nitrógeno sobre la tasa de aparición de hojas la cual juega un rol central ya que tiene influencia directa en los componentes estructurales de una pastura (Wiliam y Wright, citados por Colabelli et al., 1998).

La tasa de aparición de hojas está influenciada directamente por la temperatura y depende poco del nivel de nutrición nitrogenada para las pasturas templadas (Lemaire, Whitehead, citados por Iurato y Rodríguez, 2002).

#### 4.6.2. Desarrollo tréboles

Cuadro No.14. Promedio de desarrollo del componente leguminoso.

Días post siembra	Unidades de nitrógeno	Promedio desarrollo
36	32	3,1 a
36	0	3,2 a
79	32	3,45 b
79	0	3,49 b

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

Como muestra el cuadro No. 18 se contrastó el promedio de desarrollo observado en la primera fecha de medición con la última fecha correspondiente a los 79 días post siembra. Se observaron diferencias significativas entre las dos fechas de medición para el estado de desarrollo, pero no así en una misma fecha para las diferentes unidades de nitrógeno.

A los 36 días post siembra los tréboles contaban con una hoja trifoliada en las parcelas fertilizadas y con dos hojas trifoliadas en las que no se había realizado el agregado de nutrientes. Con el correr de las fechas a los 79 días se pasaron a contabilizar en promedio tréboles con 4 hojas trifoliadas en parcelas fertilizadas y casi 5 en parcelas sin fertilizar, mostrando diferencias estadísticamente significativas entre las dos fechas de medición.

A pesar de no encontrarse diferencias significativas dentro de cada fecha para la variable nitrógeno, sí se encontraron en el total de las fechas del experimento.



#### 4.6.2.1. Promedio de Desarrollo según unidades de nitrógeno

Cuadro No. 15. Fracción leguminosa según unidades de nitrógeno agregadas.

Promedio desarrollo	Unidades de nitrógeno
3,33 a	32
3,37 b	0

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

Como muestra el cuadro No. 19 se observaron diferencias estadísticamente significativas para la variable unidades de nitrógeno agregadas y promedio de desarrollo de la componente leguminosa. A pesar de ser la diferencia, muy leve, ya que se habla de un promedio de tréboles con 3,33 hojas trifoliadas para parcelas fertilizadas y de 3,37 hojas trifoliadas en parcelas sin agregado de fertilizante, esta tendencia se observó en todas las mediciones. Las parcelas en las cuales el nitrógeno agregado fue 0 el promedio de desarrollo siempre fue levemente por encima a las parcelas con 32 unidades de nitrógeno agregadas.

Suponemos que este comportamiento puede deberse a la competencia ejercida por el raigrás, donde la gramínea fue más eficiente en el uso del nitrógeno que los tréboles, encontrándose las leguminosas en parcelas fertilizadas en desventaja, haciendo un menor provecho de la luz y teniendo en promedio un estado de desarrollo menor a sus pares en parcelas con ausencia de fertilizante.

#### 4.7. PESO SECO DE PARTE AÉREA, RAÍZ EN KG/M<sup>2</sup> Y SU RELACIÓN

##### 4.7.1. Raigrás

En los cuadros a continuación se observan los pesos secos de la parte aérea y de la raíz de raigrás en kg/m<sup>2</sup> y su relación, a los 79 días post-siembra. Se puede apreciar los diferentes comportamientos para los tratamientos.

Cuadro No. 16. Biomasa aérea y radicular de raigrás y su relación en kg/m<sup>2</sup>.

Tratamiento	Parte aérea kg/m <sup>2</sup>	Raíz kg/m <sup>2</sup>	Relación aérea/raíz
1	0,27 a	0,08 a	3,4 a
2	0,23 a	0,08 a	2,9 a
3	0,17 a	0,06 a	2,8 a
4	0,21 ab	0,07 a	3,0 a

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

Se aprecia que hubo diferencias únicamente para el peso de la biomasa aérea de la gramínea. En cuanto a la raíz y a la relación parte aérea/raíz no se observaron diferencias estadísticamente significativas.

En cambio sí se encontraron diferencias al agregado o no de nitrógeno para la variable de biomasa aérea, en cuanto a si el cultivo se encontraba puro o en mezcla no se reportaron diferencias.

Observando las relaciones parte aérea/raíz y su inclinación hacia el desarrollo aéreo sugiere que en las primeras etapas del desarrollo, la planta tiende a priorizar el desarrollo de la parte aérea, lo cual resulta lógico en la medida que será ésta la que intercepte o capture la radiación incidente para utilizarla en la síntesis de carbono.

Se realizó un cuadro donde se observan las diferentes producciones de raigrás para la variable fertilizado o no fertilizado.

Cuadro No.17. Biomasa aérea según unidades de nitrógeno.

Unidades de nitrógeno	Peso aéreo kg/m <sup>2</sup>
0	0,19 a
32	0,25 b

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

Como se puede apreciar la biomasa aérea aumenta en 0,06 kg/m<sup>2</sup> en respuesta al agregado de 32 unidades de nitrógeno, lo que se corresponde a 600 kg/ha de materia seca de raigrás a los 79 días post siembra por encima del tratamiento sin fertilizar, reportándose 18,75 kg de materia seca por unidad de nitrógeno agregada como fertilizante, este valor es más bajo de los que agrupan al raigrás como una especie de alta respuesta al agregado de nitrógeno Zanoniani y Noëll (2002).

En cuanto a esto Carámbula (2002), dicta que la presencia de nitrógeno en la implantación de las gramíneas, si bien la cantidad de este nutriente aportado a la siembra, en suelos con bajo contenido del mismo, favorece tanto el crecimiento de la parte aérea como el de las raíces, el crecimiento aéreo es siempre más favorecido, siendo aún más importante en suelos con buen contenido natural. Así, a medida que se eleva la dosis, es posible detectar una disminución en el peso de las raíces y un crecimiento muy importante de la parte aérea (Evans, 1970).

Por el contrario, según Evans (1970), una disponibilidad baja de este nutriente favorece el desarrollo de los sistemas radiculares, aunque si bien las raíces se presentan

en mayor número, estas son más cortas y finas por menor tamaño de sus células lo que podría explicar que no se hayan encontrado diferencias en los pesos de las raíces para los diferentes tratamientos.

#### 4.7.2. Leguminosas

Se presenta a continuación un cuadro con los valores de peso seco de la biomasa aérea, peso seco de raíces y la relación parte aérea/raíz, a los 79 días post siembra para las leguminosas implantadas.

Cuadro No.18. Biomasa aérea y radicular de raigrás y su relación.

Unidades de nitrógeno.	Parte aérea kg/m <sup>2</sup>	Raíz kg/m <sup>2</sup>	Rel. parte aérea/raíz
0	0,16 a	0,05 a	3,78 a
32	0,11 b	0,03 b	4,43 b

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

Cabe destacar que para leguminosas la única variable es el nitrógeno, ya que no se realizó cultivo puro como en raigrás.

Como se puede observar existieron diferencias significativas en todas las mediciones realizadas para la variable fertilizado y no fertilizado.

Para la parte aérea se observa como las leguminosas sin agregado de nitrógeno produjeron aproximadamente un 32% más que las leguminosas implantadas en parcelas con agregado de fertilizante. Se presume que esto puede ser debido a la alta competencia ejercida por el raigrás que como se analizó anteriormente produjo 600 kg. de biomasa aérea por encima de las parcelas sin fertilizar, siendo más competitivo que los tréboles y de esta manera se produce un crecimiento mayor que en tratamiento con agregado de nutrientes.

Para el peso de raíces el comportamiento es el mismo, obteniéndose menos peso de raíces/m<sup>2</sup> para los tratamientos fertilizados. Esto puede ser debido a la alta competencia ejercida por el raigrás, como también a un menor crecimiento de las raíces debido a la mayor presencia de nutrientes.

Desglosando la relación parte aérea/raíz, se puede realizar un análisis de la partición de nutrientes dentro de la planta. Por un lado, las gramíneas presentaron la menor relación, pero el peso seco de la planta fue el mayor. En conjunto, las leguminosas presentaron un peso seco radicular 43% menor que las gramíneas, debido

seguramente a la arquitectura del sistema radicular ya que en las leguminosas es pivotante y en el raigrás fasciculado, además de haber menos plantas/m<sup>2</sup>. En el caso de las gramíneas cada macollo además posee una o varias raíces mientras que las leguminosas estudiadas poseen una sola raíz principal ramificada, lo que puede explicar el menor peso. Según Evans (1978) las leguminosas poseen raíces más cortas y menos ramificadas lo que explica el mayor requerimiento de nutrientes.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados de implantación obtenidos tanto para el *Lolium multiflorum* sembrado puro como para la mezcla de *Lolium multiflorum*, *Trifolium resipunatum* y *Trifolium vesiculosum* a los 79 días post siembra fue de 66%, siendo ésta en torno al doble de implantación en comparación a diferentes estudios realizados sobre praderas perennes, aunque menor a cultivos agrícolas.

La fertilización nitrogenada no aumentó el porcentaje de implantación del raigrás.

La fertilización nitrogenada aumentó la producción por unidad de área de la biomasa aérea del raigrás como consecuencia de un aumento en la cantidad y peso de macollos/m<sup>2</sup>.

La fertilización nitrogenada afectó el desarrollo del componente leguminosa para todas las variables.

## 6. RESUMEN

El experimento fue realizado en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay) ubicada sobre la ruta nacional No. 3, Km. 363. El mismo se llevó a cabo en el período comprendido entre el 04/05/2016 al 16/06/2016. El diseño experimental fue el de bloques completos al azar, se realizaron dos bloques con cuatro tratamientos cada uno, teniendo de esta manera 2 repeticiones. La unidad experimental es la parcela, existiendo una de gramínea sembrada pura y fertilizada, otra sembrada de gramínea pura sin fertilizar, y dos mezclas de gramínea y leguminosas, una fertilizada y otra no. El objetivo principal de este trabajo fue evaluar la implantación de un verdeo puro de *Lolium multiflorum* y un verdeo mezcla de *Lolium multiflorum*, *Trifolium resipunatum* y *Trifolium vesiculosum*. Se realizaron mediciones del número de plantas a los 36, 52, 66 y 79 días post siembra, la cual fue el 29/03/2016. Estas mediciones arrojaron un valor promedio de implantación a los 79 días de 66% lo que se consideró moderadamente alto. Además de contabilizar el número de plantas a campo se realizaron mediciones de número de hojas para todas las fechas. A los 66 días post siembra además se realizaron medidas de laboratorio, fueron extraídas muestras de aproximadamente 48 plantas por unidad experimental con el fin de contabilizar el número promedio de macollos por planta. En la última fecha también, además de las mediciones de campo, se extrajeron 6 panes de 20 cm. x 20 cm. por unidad experimental, para luego extraer todas las plantas presentes en ellos, ya sea gramínea o leguminosa y proceder a separar la parte aérea de las raíces de las diferentes muestras, para luego secarlas en una estufa y obtener los valores de peso para las diferentes partes de las plantas. A pesar de no haberse encontrado diferencias estadísticamente significativas para implantación, sí existieron para macollos por metro cuadrado, siendo este valor más alto cuando se sembró la gramínea pura y a su vez se fertilizaba. Además existieron diferencias significativas para el peso de biomasa aérea del raigrás, el cual reportó los mayores valores cuando se realizó el agregado de nutrientes, sin ser influenciado por el efecto mezcla. En cuanto a la componente leguminosa, únicamente se reportaron diferencias significativas para su estado de desarrollo, siendo menor cuando se agregó fertilizante, pudiéndose deber a la mayor competencia ejercida por el raigrás.

Palabras clave: Implantación; Fertilización; Mezcla; Puro; Gramíneas; Leguminosas.

## 7. SUMMARY

The experiment was realized in the Experimental Station “Dr. Mario A. Cassinoni” (University of Agronomy, Republic University; Paysandú, Uruguay) located on the national route No. 3, Km 363. The experiment was carried out in the period between 04/05/2016 to 16/06/2016. The statistic experimental design used was of complete blocks chosen randomly, there were two blocks with four treatments each, thus taking 2 repetitions. The experimental unity is the plot, being one field of pure grass and fertilized another one field of pure grass without fertilizing, and two mixtures of grass and legume, one fertilized and another one without fertilizing. The main objective of this work was to evaluate the implantation of a pure green of *Lolium multiflorum* and a green blend of *Lolium multiflorum*, *Trifolium resupinatum* and *Trifolium vesiculosum*. Measurements of number of plants were realized at 36, 52, 66 and 79 days after field, which was the 29/03/2016. These measurements showed an average implantation value at 79 days of 66%, which was considered moderately high. In addition to counting the number of plants in the field, leaf number measurements were performed for all the dates. At the 66 days after planting were also performed laboratory measurements, samples of approximately 48 plants per experimental unit were extracted in order to account for the average number of tillers per plant. In the last date also, besides the field measurements, six loaves of 20cm x 20 cm were extracted per experimental unit, then all the plants present in them were extracted too, either grass or legume and proceed to separate the aerial part of the roots, then dried in a stove and obtain the weight values for the different parts of the plants. Although there were no statistically significant differences for implantation, it existed for tiller per square meter, this value being higher when it was pure grass and with fertilizer aggregate. In addition, there were significant differences for aerial biomass weight of ryegrass, which showed the highest values when nutrient aggregation was performed, without being influenced by the mixing effect. As for the leguminous component, only significant differences were reported for its development stage, being this smaller when fertilizer was added, being due to the greater competition exerted by the ryegrass.

Key words: Implantation; Fertilization; Mixture; Pure; Grass; Leguminous.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Acle, J.; Clement, M. 2004. Características de la implantación y vigor de gramíneas y leguminosas perennes integrantes de mezclas forrajeras y estudio de la población de unidades morfológicas en el otoño del 2º. año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 102 p.
2. Améndola, L.; Armentano, S. 2003. Implantación y producción de forrajes sobre rastrojos de cultivos de verano en sistemas de siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 85 p.
3. Aunchayna, R.; Castaño, J. P.; Ceroni, M.; Furest, J.; Giménez, A. 2011. Caracterización agroecológica del Uruguay 1980-2009. Montevideo, INIA. pp. 15 – 22 (Serie Técnica no. 193).
4. Bermúdez, R. 1992. Fertilización nitrogenada de verdeos. In: Verdeos de invierno; resultados experimentales 1991-1992. Montevideo, INIA. pp. 37 – 44.
5. Bordoli, J. 1997. Dinámica de nutrientes y fertilización en siembra directa. In: Díaz Rosselló, R. coord. Siembra directa en el cono Sur. Montevideo, IICA. PROCISUR. pp. 289-297 (Documentos).
6. Breazu, I.; Balan, M.; Oprea, G.; Chiper, C. 2006. The impact of white clover and birds' foot trefoil in simple mixtures with tall fescue. In: General Meeting of the European Grassland Federation (21th., 2006, Badajoz, Spain). Sustainable grassland productivity: proceedings. Grassland Science in Europe. 11: 405 - 407.
7. Brito Del Pino Gruss, G.; Colella, O.; Crosta Berrutti, D.; Morales Balparada, C. J. 2008. Relevamiento de implantación de pasturas con gramíneas perennes en basamento cristalino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 112 p.
8. Bustos, P. 2002. Caracterización fenológica y agronómica de leguminosas forrajeras anuales para la zona mediterránea subhúmeda y húmeda de Chile. Tesis Ing. Agr. Chillan, Chile. Universidad Adventista. 70 p.
9. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.



10. \_\_\_\_\_. 1985. Implantación de praderas. Montevideo, Facultad de Agronomía. 10 p.
11. \_\_\_\_\_. 2002. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 371 p.
12. Castaño, M.; Hernández, S.; Rivas, A. 2000. Evaluación de cinco métodos de siembra consorciada de trigo forrajero con pradera, en siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 128 p.
13. Castiglioni, E. 2001. Manejo de la fauna e insectos plaga del suelo. In: Díaz Rosselló, R. coord. Siembra directa en el cono Sur. Montevideo, IICA. PROCISUR. pp. 89-99 (Documentos).
14. Cirvetto Lamarca, C. 1992. Rastrojos sobre el suelo, una introducción a la cero labranza. Santiago, Chile, Editorial Universitaria. 301 p.
15. Colabelli, M.; Agnusdei, M.; Mazzanti, A.; Labreveux, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base de la defoliación. INTA. Boletín Técnico no. 148. pp. 3 - 11.
16. Cullen, N. A. 1966. The establishment of pasture on yellow-brown loams near Te Anau. III Factors influencing the establishment of grasses on un cultivated ground. New Zealand Journal of Agricultural Research. 9: 363-374.
17. Díaz, J.; Moor, J. 1980. Estudios sobre métodos y densidades de siembra de pradera. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 134 p.
18. Duke, J. A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. New York, USA, Plenum. pp. 181-267.
19. Durán, A.; García Préchac, F. 2007. Suelos del Uruguay; origen, clasificación, manejo y conservación. Montevideo, Hemisferio Sur. 358 p.
20. Ellies, A.; Ramírez, C. 1994. Efecto del manejo sobre la estructura del suelo y la biodiversidad específica vegetal. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. pp.79-106.

21. Ernst, O.; Siri-Prieto, G. 2008. Sistemas de laboreo y rotación de cultivos en Uruguay: resumen de resultados. *Cangüé*. no. 30: 2-8.
22. Evans, P. S. 1970. Root growth of *L. perenne*. I. Effect of plant age, seed weight, and nutrient concentration on root weight, length and number of apices. *New Zealand Journal of Botany*. 8: 344-456.
23. \_\_\_\_\_. 1978. Plant root distribution and water use patterns of some pasture and crop species. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 21: 261-265.
24. Faggi, D. H. 1978. Utilización de cultivos anuales con vacas lecheras. *Miscelánea CIAAB*. no. 18: 205 – 210.
25. Fariña, F.; Saravia, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 71 p.
26. Finozzi, G.; Quintana, P. 2000. Implantación de gramíneas y leguminosas entre suelos y tapices de basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 141 p.
27. Formoso, F.; Allegri, M. A. 1980. Comportamiento de leguminosas en suelos arenosos, pesados e hidrométricos. *Miscelánea CIAAB*. no. 21: 1 – 14.
28. \_\_\_\_\_. 1998. Titán y Cetus; nuevos cultivares de raigrás de INIA. *In: Jornada de Lechería y Pasturas (1998, Colonia). Memorias*. Montevideo, INIA. pp. 91-94 (Actividades de Difusión no.163).
29. \_\_\_\_\_. 2007. Conceptos sobre implantación de pasturas. *In: Jornada Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela). Memorias*. Montevideo, INIA. pp. 19-39 (Actividades de Difusión no. 483).
30. \_\_\_\_\_. 2008. Instalación de pasturas. *Revista del Plan Agropecuario*. no. 125: 52-56.
31. \_\_\_\_\_. 2010. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad de forraje; efectos del estrés ambiental e interferencia de

gramilla (*Cynodon dactylon*, (L) peres.). Montevideo, INIA. 302 p. (Serie Técnica no. 188).

32. García Favre, J.; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M.; Boggiano, P. 2017. Incidencia de variables biológicas y edáficas en el establecimiento de mezclas forrajeras. (en línea). *Agro Sur*. 45(1): 3-10. Consultado 22 nov. 2017. Disponible en <http://agrosur-journal.cl/agrosur/2017/08/08/incidencia-de-variables-biologicas-y-edaficas-en-el-establecimiento-de-mezclas-forrajeras/>.
33. García Préchac, F. 1997. Aspectos básicos del comportamiento de suelos en SD: propiedades físicas. In: Curso de Actualización sobre Siembra Directa y Conservación del Suelo (1997, Cerro Largo, Uruguay). Textos. s.n.t. pp. 11–23.
34. Gomes de Freitas, A.; Klaassen, W. 2011. Efecto de la fecha de siembra y tipo de barbecho en la implantación y producción inicial de mezclas con *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 91 p.
35. Gross, K, L. 1984. Effects of seed size and growth from on seedling establishment of six monocarpic perennial plants. *Journal of Ecology*. 72: 369 – 387.
36. Hall, M.; Vough, L. 2007. Forage establishment and renovation. In: Barnes, R.; Neslon , C.; Moor, K.; Collins, M. eds. Forages; the science 88 of grassland agriculture. Ames, Iowa, Blackwell. v.2, pp. 343-354.
37. Harlan, J. R. 1956. Theory and dynamics of grassland agriculture. Princeton, New Jersey, USA, D. Van Nostrand. 281 p.
38. Harper, J. L.; Benton, A. R. 1966. El comportamiento de las semillas en el suelo: II. La germinación de las semillas en la superficie de un sustrato suministro de agua. *Journal of Ecology*. 54 (1): 151 – 166.
39. Iurato, S.; Rodríguez, E. 2002. Evaluación morfo genética de seis genotipos de gramíneas forrajeras invernales bajo dos niveles de nitrógeno. Tesis Ing.

Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.

40. Langer, H. L. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
41. La Paz Camera, A.; Pérez, M.; Robatto, R. 1994. Implantación de especies sembradas en cobertura sobre basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 148 p.
42. Minson, D. J.; Milford, R. 1967. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature Pangola grass (*Digitaria decumbens*). Australian Journal of Experimental Agricultural Animal Husbandry. 7: 546-551.
43. Moliterno, E. 1995. Aspectos relevantes de la implantación de pasturas. Revista Plan Agropecuario. no.69: 16-23.
44. \_\_\_\_\_. 2000. Caracterización de la producción inicial de diversas mezclas forrajeras. Agrociencia (Montevideo). 4 (1): 31-49.
45. Perrachón, J. 2010. Pradera y verdeos. Implantación y manejo de pasturas. (en línea). s.n.t. p. irr. Consultado 16 jul. 2017. Disponible en [http://cnfr.org.uy/uploads/files/Manual\\_Pasturas.pdf.pp](http://cnfr.org.uy/uploads/files/Manual_Pasturas.pdf.pp).
46. \_\_\_\_\_. 2013. Instalación de pasturas perenes. Revista del Plan Agropecuario. no. 146: 48-53.
47. Rebuffo, M. 1995. Fertilización nitrogenada en verdeos invernales. In: Jornada de Cultivos de Invierno (1995, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 55-61 (Actividades de Difusión no. 50).
48. Rosengurtt, B.; Arrillaga, B.; Izaguirre, P. 1970. Gramíneas de ciclo invernal poacéas: *Lolium* l. In: Gramíneas uruguayas. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp. 119-123.
49. Santiñaque, F. 1979. Estudios sobre productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 86 p.
50. \_\_\_\_\_.; Argelaguet, R. ; Irazoqui, A. 1985. Fertilización fosfatada en la introducción de leguminosas en pasturas naturales: producción animal y P

en suelo. In: Seminario Nacional sobre Campo Natural (1º., 1985, Cerro Largo). Resúmenes. Montevideo, Facultad de Agronomía. p. 30.

51. Soto, P. 1988. Consideraciones para elegir una especie o mezcla forrajera. In: Ruiz, I. ed. Praderas para Chile. Santiago, Chile, INIA. cap. 6, pp.140-147.
52. Toledo, S. rev. 2013. Guía para la presentación de trabajos finales. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. Departamento de Documentación y Biblioteca. 23 p. Consultado 19 ene. 2017. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/files/Guia.pdf>.
53. Vernet, E. 2005. Manual de consulta para implantación de pasturas. Buenos Aires, Argentina, s.e. 48 p.
54. Zanoniani, R.; Ducamp, F. 2000. Consideraciones a tener en cuenta en la elección de verdeos de invierno. Cangüé. no. 18: 22-26.
55. \_\_\_\_\_; Noëll, S. 2002. Verdeos de invierno. UEDY Plan Agropecuario. Cartilla no. 2. pp. 1-5.
56. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; Bruni, M. 2003. Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal. UEDY Plan Agropecuario. Cartilla no. 17. pp.1-8.
57. \_\_\_\_\_. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. Agrociencia (Uruguay). 14 (3): 26-30.

## 9. ANEXOS

### Anexo No. 1. Análisis estadístico de implantación.

#### Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N.</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj.</u>	<u>CV.</u>
Imp.	32	0,47	0,34	20,55

#### Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC.</u>	<u>gl.</u>	<u>CM.</u>	<u>F.</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,57	6	0,09	3,72	0,0089
Fechas	0,48	3	0,16	6,21	0,0027
M	0,04	1	0,04	1,73	0,2001
N	0,03	1	0,03	1,10	0,3035
M*N	0,02	1	0,02	0,84	0,3675
Error	0,64	25	0,03		
<u>Total</u>	<u>1,21</u>	<u>31</u>			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS.=0,19304

Error: 0,0256 gl: 25

Fechas media n. E.E.

16 jun. 0,60 8 0,06 A

03 jun. 0,77 8 0,06 A B

20 may. 0,80 8 0,06 B

04 may. 0,94 8 0,06 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS.=0,09654

Error: 0,0256 gl.: 25

Mezcla media n. E.E.

R 0,74 16 0,04 A

M 0,82 16 0,04 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,09654

Error: 0,0256 gl.: 25

<u>N.</u>	<u>medias</u>	<u>n.</u>	<u>E.E.</u>
0,00	0,75	16	0,04 A
32,00	0,81	16	0,04 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,19304

Error: 0,0256 gl.: 25

<u>Mezcla por</u>	<u>nitrógeno</u>	<u>media</u>	<u>n.</u>	<u>E.E.</u>
R	0,00	0,69	8	0,06 A
R	32,00	0,80	8	0,06 A
M	0,00	0,81	8	0,06 A
M	32,00	0,82	8	0,06 A

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

## Anexo No. 2. Análisis estadístico número de plantas/m<sup>2</sup> raigrás

### Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N.</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj.</u>	<u>CV.</u>
Raigrás	32	0,60	0,50	24,09

### Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC.</u>	<u>gl.</u>	<u>CM.</u>	<u>F.</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	399604,40	6	66600,73	6,17	0,0005
Fechas	305586,84	3	101862,28	9,43	0,0002
M	81618,10	1	81618,10	7,56	0,0109
N	2825,64	1	2825,64	0,26	0,6134
M*N	9573,82	1	9573,82	0,89	0,3554
Error	269923,60	25	10796,94		
Total	669528,00	31			

Test: Tukey alfa=0, 10 DMS=125, 48244

Error: 10796,9440 gl.: 25

Fechas media n. E.E.

20 jun. 319,33 8 36,74 A

03 jun. 387,31 8 36,74 A

20 may. 433,59 8 36,74 A

04 may. 585,31 8 36,74 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=62,75221

Error: 10796, 9440 gl.: 25

Mezcla media n. E.E.

M 380,88 16 25,98 A

R 481,89 16 25,98 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=62,75221

Error: 10796, 9440 gl.: 25

N medias n. E.E.

0,00 421,99 16 25,98 A

32,00 440,78 16 25,98 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=125,48244

Error: 10796, 9440 gl.: 25

Mezcla por nitrógeno media n. E.E.

M 0,00 354,19 8 36,74 A

M 32,00 407,58 8 36,74 A B

R 32,00 473,99 8 36,74 A B

R 0,00 489,79 8 36,74 B

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



Anexo No.3. Análisis estadístico número de macollos

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj.	CV.
Mac.	32	0,94	0,87	16,38

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)

F.V.	SC.	gl.	CM.	F	p-valor
Modelo.	5527810,37	16	345488,15	14,12	<0,0001
Fechas	4602590,41	3	1534196,80	62,70	<0,0001
Bloque	53489,03	1	53489,03	2,19	0,1600
M.	321822,59	1	321822,59	13,15	0,0025
N.	178308,99	1	178308,99	7,29	0,0165
Fechas*M	153753,64	3	51251,21	2,09	0,1439
Fechas*N	185208,55	3	61736,18	2,52	0,0971
M*N	130,01	1	130,01	0,01	0,9429
Fechas*M*N	32507,16	3	10835,72	0,44	0,7258
Error	367053,68	15	24470,25		
Total	5894864,05	31			

Test: Tukey alfa=0, 10 DMS=96, 95463

Error: 24470, 2451 gl.: 15

Mezcla media n. E.E.

M 854,61 16 39,11 A

R 1055,18 16 39,11 B

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

Test: Tukey alfa=0, 10 DMS=96, 95463

Error: 24470, 2451 gl.: 15

N. medias n. E.E.

0,00 880,25 16 39,11 A

32,00 1029,54 16 39,11 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=195,77810

Error: 24470, 2451 gl.: 15

Mezcla por nitrógeno media n E.E.

M 0,00 777,95 8 55,31 A

M 32,00 931,28 8 55,31 A B

R 0,00 982,55 8 55,31 B C

R 32,00 1127,81 8 55,31 C

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

Test: Tukey alfa=0, 10 DMS=195, 77810

Error: 24470, 2451 gl.: 15

Fechas media n. E.E.

4 may. 397, 39 8 55, 31 A

20 may. 839, 16 8 55, 31 B

6 jun. 1180,88 8 55,31 C

16 jun. 1402,16 8 55,31 D

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

#### Anexo No.4. Análisis estadístico macollos/plantas

Análisis de la varianza

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

Mac/pl. 32 0,89 0,77 29,85

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC.</u>	<u>gl.</u>	<u>CM.</u>	<u>F.</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	74,50	16	4,66	7,46	0,0002
Fechas	66,26	3	22,09	35,38	<0,0001
Bloque	1,85	1	1,85	2,97	0,1054
M	0,23	1	0,23	0,36	0,5548
N	0,69	1	0,69	1,11	0,3096
Fechas*M	3,50	3	1,17	1,87	0,1778
Fechas*N	1,59	3	0,53	0,85	0,4895
M*N	2,8E-0	3	1 2,8E-03	4,5E-03	0,9474
Fechas*M*N	0,38	3	0,13	0,20	0,8933
Error	9,36	15	0,62		
<u>Total</u>	<u>83,86</u>	<u>31</u>			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,48966

Error: 0, 6241 gl.: 15

Mezcla media n. E.E.

M 2,56 16 0,20 A

R 2,73 16 0,20 A

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

Test: Tukey alfa=0, 10 DMS=0, 48966

Error: 0, 6241 gl.: 15

N. medias n. E.E.

0,00 2,50 16 0,20 A

32,00 2,79 16 0,20 A

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

Test: Tukey alfa=0, 10 DMS=0, 98875

Error: 0, 6241 gl.: 15

Mezcla por N nitrógeno media n. E.E.

M 0,00 2,43 8 0,28 A

R 0,00 2,58 8 0,28 A

M 32,00 2,70 8 0,28 A

R 32,00 2,89 8 0,28 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,98875

Error: 0, 6241 gl.: 15

Fechas media n. E.E.

4 may. 0, 71 8 0, 28 A

20 may. 2, 10 8 0, 28 B

3 jun. 3,13 8 0,28 C

16 jun. 4,65 8 0,28 D

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

## Anexo No. 5. Análisis estadístico evolución número de macollos con y sin N.

### Análisis de la varianza

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

Macollos/m<sup>2</sup> 32 UN. 16 0,90 0,87 17,23

### Cuadro de Análisis de la varianza (SC. tipo I)

F.V. SC. gl. CM. F. p-valor

Modelo. 3306193,33 3 1102064,44 35,02 <0,0001

Fechas 3306193,33 3 1102064,44 35,02 <0,0001

Error 377639,65 12 31469,97

Total 3683832,98 15

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS.=321,15279  
 Error: 31469,9710 gl.: 12  
 Fechas medias n. E.E.  
 04-may. 356,73 4 88,70 A  
 20-may. 905,83 4 88,70 B  
 03-jun. 1284,08 4 88,70 C  
 16-jun. 1571,55 4 88,70 C  
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Variable N. R<sup>2</sup>. R<sup>2</sup>. Aj. CV.  
 Macollos/m<sup>2</sup> 0 UN. 16 0,73 0,66 24,35

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)  
 F.V. SC. gl. CM. F. p-valor  
 Modelo. 1481605,64 3 493868,55 10,75 0,0010  
 Fechas 1481605,64 3 493868,55 10,75 0,0010  
 Error 551116,45 12 45926,37  
 Total 2032722,08 15

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=387,96683  
 Error: 45926,3704 gl.: 12  
 Fechas medias n E.E.  
 04-may. 438,05 4 107,15 A  
 20-may. 772,50 4 107,15 A B  
 03-jun. 1077,68 4 107,15 B C  
 16-jun. 1232,78 4 107,15 C  
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

#### Anexo No. 6. Análisis estadístico de promedio de desarrollo raigrás.

Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup>. R<sup>2</sup>. Aj. CV.  
Promedio desarrollo 32 0,77 0,52 6,71

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)  
 F.V. SC. gl. CM. F. p-valor  
 Modelo. 1,78 16 0,11 3,10 0,0170  
 Bloc. 0,03 1 0,03 0,87 0,3657

M. 0,06 1 0,06 1,71 0,2113  
 N. 0,03 1 0,03 0,87 0,3657  
 Fecha 1,40 3 0,47 12,97 0,0002  
 M\*N 0,01 1 0,01 0,14 0,7143  
 M\*fecha 0,06 3 0,02 0,52 0,6736  
 N\*fecha 0,14 3 0,05 1,26 0,3221  
 M\*N\*fecha 0,06 3 0,02 0,58 0,6371  
 Error 0,54 15 0,04  
Total 2,32 31

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,11746

Error: 0,0359 gl.: 15

Mezcla media n. E.E.

R 2,78 16 0,05 A

M 2,87 16 0,05 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,11746

Error: 0,0359 gl.: 15

N. medias n. E.E.

32,00 2,79 16 0,05 A

0,00 2,86 16 0,05 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,23719

Error: 0,0359 gl.: 15

Fecha media n. E.E.

3 jun. 2,60 8 0,07 A

16 jun. 2,64 8 0,07 A

20 may. 2,99 8 0,07 B

4 may. 3,08 8 0,07 B

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,23719

Error: 0,0359 gl.: 15

Mezcla por nitrógeno media n. E.E.

R 32,00 2,74 8 0,07 A

R 0,00 2,83 8 0,07 A

M 32,00 2,85 8 0,07 A

M 0,00 2,89 8 0,07 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,41596

Error: 0,0359 gl.: 15

Mezcla	fecha	media	n	E.E.
R	3 jun.	2,55	4	0,09 A
R	16 jun.	2,58	4	0,09 A
M	3 jun.	2,65	4	0,09 A B
M	16 jun.	2,70	4	0,09 A B C
R	20 may.	2,90	4	0,09 A B C
M	4 may.	3,05	4	0,09 B C
M	20 may.	3,08	4	0,09 C
R	4 may.	3,10	4	0,09 C

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,41596

Error: 0,0359 gl.: 15

N.	fecha	media	n	E.E.
32,00	3 jun.	2,50	4	0,09 A
32,00	16 jun.	2,58	4	0,09 A B
0,00	3 jun.	2,70	4	0,09 A B C
0,00	16 jun.	2,70	4	0,09 A B C
32,00	20 may.	2,95	4	0,09 B C D
0,00	4 may.	3,00	4	0,09 C D
0,00	20 may.	3,03	4	0,09 C D
32,00	4 may.	3,15	4	0,09 D

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,68965

Error: 0,0359 gl.: 15

Mezcla por nitrógeno fecha media n E.E.

R 32,00	3 jun.	2,40	2	0,13	A
R 32,00	16 jun.	2,45	2	0,13	A B
M 32,00	3 jun.	2,60	2	0,13	A B C
R 0,00	16 jun.	2,70	2	0,13	A B C
M 0,00	3 jun.	2,70	2	0,13	A B C
R 0,00	3 jun.	2,70	2	0,13	A B C
M 32,00	16 jun.	2,70	2	0,13	A B C
M 0,00	16 jun.	2,70	2	0,13	A B C
R 0,00	20 may.	2,90	2	0,13	A B C
R 32,00	20 may.	2,90	2	0,13	A B C
M 0,00	4 may.	3,00	2	0,13	A B C
R 0,00	4 may.	3,00	2	0,13	A B C
M 32,00	20 may.	3,00	2	0,13	A B C
M 32,00	4 may.	3,10	2	0,13	B C
M 0,00	20 may.	3,15	2	0,13	C
<u>R 32,00</u>	<u>4 may.</u>	<u>3,20</u>	<u>2</u>	<u>0,13</u>	<u>C</u>

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

## Anexo No.7. Análisis estadístico raigrás biomasa

### Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>Aj.</u>	<u>CV.</u>
Biomasa por m <sup>2</sup>	47	0,20	0,12	40,51	

### Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC.</u>	<u>gl.</u>	<u>CM.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,08	4	0,02	2,62	0,0482
Bloc.	0,02	1	0,02	2,88	0,0972
N	0,04	1	0,04	4,70	0,0359
M	8,6E-05	1	8,6E-05	0,01	0,9183
N*M	0,02	1	0,02	2,90	0,0961
Error	0,3442	0,01			
<u>Total</u>	<u>0,4246</u>				

Test: Tukey alfa=0, 10 DMS=0, 04416

Error: 0,0081 gl.: 42

N. medias n. E.E.

0,00 0,19 24 0,02 A

32,00 0,25 23 0,02 B

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

Test: Tukey alfa=0, 10 DMS=0, 04416

Error: 0, 0081 gl.: 42

Mezcla media n E.E.

R 0,22 23 0,02 A

M 0,22 24 0,02 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,08781

Error: 0, 0081 gl.: 42

Nitrógeno por mezcla medias n. E.E.

0,00 m 0,17 12 0,03 A

0,00 r 0,21 12 0,03 A B

32,00 r 0,23 11 0,03 A B

32,00 m 0,27 12 0,03 B

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

#### Anexo No.8. Análisis estadístico relación aérea/raíz raigrás

##### Análisis de la varianza

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

Aérea/raíz 47 0,16 0,08 28,39

##### Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC.</u>	<u>gl.</u>	<u>CM.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	7,26	4	1,81	2,06	0,1039
Bloc.	2,44	1	2,44	2,76	0,1040
N	0,09	1	0,09	0,11	0,7454
M	0,30	1	0,30	0,34	0,5631
N*M	4,43	1	4,43	5,01	0,0305
Error	37,07	42	0,88		



Total 44,3346

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,46109

Error: 0,8826 gl.: 42

N. medias n. E.E.

0,00 3,26 24 0,19 A

32,00 3,33 23 0,20 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,46109

Error: 0,8826 gl.: 42

Mezcla media n. E.E.

R 3,21 23 0,20 A

M 3,38 24 0,19 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,91695

Error: 0,8826 gl.: 42

N M medias n. E.E.

32,00 r 2,94 11 0,28 A

0,00 m 3,04 12 0,27 A

0,00 r 3,48 12 0,27 A

32,00 m 3,73 12 0,27 A

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

## Anexo No.9. Análisis estadístico raíz raigrás

### Análisis de la varianza

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

Raíz kg/m<sup>2</sup> 47 0,07 5,4E-04 44,79

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC.</u>	<u>gl.</u>	<u>CM.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	3,0E-03	3	9,9E-04	1,01	0,3983
N	2,8E-03	1	2,8E-03	2,80	0,1015
M	8,2E-05	1	8,2E-05	0,08	0,7749
N*M	1,4E-04	1	1,4E-04	0,14	0,7093

Error 0,04 43 9,9E-04  
Total 0,05 46

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,01540

Error: 0,0010 gl.: 43

N medias n. E.E.

0,00 0,06 24 0,01 A

32,00 0,08 23 0,01 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,01540

Error: 0,0010 gl.: 43

M medias n. E.E.

M 0,07 24 0,01 A

R 0,07 23 0,01 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,03061

Error: 0,0010 gl.: 43

Nitrógeno por mezcla medias n E.E.

0,00 m 0,06 12 0,01 A

0,00 r 0,07 12 0,01 A

32,00 r 0,08 11 0,01 A

32,00 m 0,08 12 0,01 A

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

## Anexo No. 10. Análisis estadístico biomasa tréboles

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup> .	R <sup>2</sup> .	Aj.	CV.
Biomasa tréboles por kg/ha.	4	0,82	0,46	18,38	

### Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)

F.V.	SC.	gl.	CM.	F	p-valor
Modelo.	272891,60	2	136445,80	2,26	0,4257
Bloque	95443,54	1	95443,54	1,58	0,4278
N	177448,07	1	177448,07	2,94	0,3362
Error	60409,63	1	60409,63		
<u>Total</u>	<u>333301,23</u>	<u>3</u>			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,00000

Error: 60409, 6294 gl.: 1

N medias n. E.E.

32 1126,88 2 173,80 A

0 1548,12 2 173,80 B

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

#### Anexo No.11. Análisis estadístico kg/m<sup>2</sup> de raíz tréboles

Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup>. R<sup>2</sup>. Aj. CV.  
Kg/m<sup>2</sup> raíz trébol 4 0,64 0,00 49,65

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC.</u>	<u>gl.</u>	<u>CM.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	5,5E-04	2	2,8E-04	0,90	0,5972
Bloque	1,3E-04	1	1,3E-04	0,43	0,6299
N	4,2E-04	1	4,2E-04	1,37	0,4498
Error	3,1E-04	1	3,1E-04		
<u>Total</u>	<u>8,6E-04</u>	<u>3</u>			

Test: Tukey alfa=0, 10 DMS=0, 00000

Error: 0,0003 gl.: 1

N medias n. E.E.

32,00 0,03 2 0,01 A

0,00 0,05 2 0,01 B

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

#### Anexo No.12. Análisis estadístico relación aérea/raíz trébol kg/m<sup>2</sup>

Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup>. R<sup>2</sup>. Aj. CV.  
aérea/raíz trébol kg/m<sup>2</sup> 4 0,88 0,64 17,09

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC.</u>	<u>gl.</u>	<u>CM.</u>	<u>F.</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	3,60	2	1,80	3,66	0,3467
Bloque	3,18	1	3,18	6,46	0,2386
N	0,42	1	0,42	0,86	0,5245
Error	0,49	1	0,49		
<u>Total</u>	<u>4,09</u>	<u>3</u>			

Test: Tukey alfa=0, 10 DMS=0, 00000

Error: 0, 4921 gl.: 1

Nitrógeno medias n. E.E.

0 3,78 2 0,50 A

32 4,43 2 0,50 B

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

Anexo No.13. Análisis estadístico promedio de desarrollo tréboles

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup>.</u>	<u>R<sup>2</sup>.</u>	<u>Aj.</u>	<u>CV.</u>
Desarrollo	96	0,58	0,56	2,97	

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC.</u>	<u>gl.</u>	<u>CM.</u>	<u>F.</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1,23	5	0,25	24,89	<0,0001
Fecha	1,07	3	0,36	36,10	<0,0001
N.	0,05	1	0,05	4,65	0,0337
Bloc.	0,11	1	0,11	11,48	0,0010
Error	0,89	90	0,01		
<u>Total</u>	<u>2,12</u>	<u>95</u>			

Test: Tukey alfa=0, 10 DMS=0, 06672

Error: 0,0099 gl.: 90

Fecha media n. E.E.

04 may. 3, 18 24 0, 02 A

20 may. 3, 34 24 0, 02 B

16 jun. 3, 40 24 0, 02 B

20 jun. 3,47 24 0,02 C

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=0,03372

Error: 0,0099 gl.: 90

N medias n. E.E.

32,00 3,33 48 0,01 A

0,00 3,37 48 0,01 B

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

#### Anexo No. 14. Análisis estadístico número de plantas de tréboles/m<sup>2</sup>

Análisis de la varianza

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

Trébol 16 0,08 0,00 15,60

Cuadro de análisis de la varianza (SC. tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC.</u>	<u>gl.</u>	<u>CM.</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	462,18	4	115,54	0,23	0,9186
Fechas	356,50	3	118,83	0,23	0,8725
M	0,00	0	0,00	sd	sd
N	105,68	1	105,68	0,21	0,6588
M*N	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	5643,34	11	513,03		
<u>Total</u>	<u>6105,52</u>	<u>15</u>			

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=41,43041

Error: 513,0310 gl.: 11

Fechas media n. E.E.

16 jun. 137,70 4 12,52 A

03 jun. 145,04 4 12,52 A

20 may. 147,50 4 12,52 A

04 may. 150,45 4 12,52 A

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

Test: Tukey alfa=0,10 DMS=41,43041

Error: 513,0310 gl.: 11

M medias n. E.E.

M 145,17 16 6,26 A

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

Test: Tukey alfa=0, 10 DMS=20, 33856

Error: 513, 0310 gl.: 11

N medias n. E.E.

0,00 142,60 8 8,85 A

32,00 147,74 8 8,85 A

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

Test: Tukey alfa=0, 10 DMS=20, 33856

Error: 513, 0310 gl.: 11

M N medias n. E.E.

M 0,00 142,60 8 8,85 A

M 32,00 147,74 8 8,85 A

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