

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DE IMPLANTACIÓN Y  
CRECIMIENTO INICIAL DE VERDEOS DE RAIGRÁS EN MEZCLA CON  
TRÉBOL ROJO BAJO PASTOREO

por

Ángel Martín ACEVEDO PESANHA GONZÁLEZ

Nicolás LAVISTA ZUGARRAMURDI

Matías MONDADA PEVERELLI

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2021

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. (MSc.) Ramiro Zanoniani

-----  
Ing. Agr. (PhD.) Pablo Boggiano

-----  
Ing. Agr. (MSc.) Felipe Casalás

Fecha:

5 de noviembre de 2021

Autores:

-----  
Ángel Martín Acevedo Pesanha González

-----  
Nicolás Lavista Zugarramurdi

-----  
Matías Mondada Peverelli

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, se agradece a los tutores Ing. Agr. Ramiro Zanoniani, Ing. Agr. Pablo Boggiano, y Ing. Agr. Felipe Casalás que promovieron esta tesis.

A los funcionarios de laboratorio vegetal, a los funcionarios de la biblioteca de Facultad de Agronomía y a Sully Toledo por su apoyo con la revisión bibliográfica.

A los compañeros dentro de la carrera, familiares y amigos.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IX
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1 OBJETIVOS .....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1 <u>IMPLANTACIÓN</u> .....	3
2.1.1 <u>Germinación</u> .....	4
2.1.2 <u>Emergencia</u> .....	5
2.1.3 <u>Establecimiento</u> .....	6
2.2 <u>FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLANTACIÓN</u> .....	6
2.2.1 <u>Factores bióticos y abióticos</u> .....	7
2.2.1.1 <u>Temperatura</u> .....	7
2.2.1.2 <u>Humedad</u> .....	8
2.2.1.3 <u>Enmalezamiento</u> .....	9
2.2.1.4 <u>Enfermedades</u> .....	11
2.2.1.5 <u>Plagas</u> .....	13
2.2.2 <u>Factores relativos al suelo</u> .....	14
2.2.2.1 <u>Historia de la chacra</u> .....	14

2.2.2.2 Antecesor.....	15
2.2.2.3 Nitrógeno .....	15
2.2.2.4 Fósforo .....	16
2.2.2.5 Potasio.....	17
2.2.2.6 Fertilización fosfatada y nitrogenada .....	17
2.2.2.7 Compactación de suelo .....	19
2.2.3 <u>Factores relativos a la siembra</u> .....	19
2.2.3.1 Fecha de siembra.....	19
2.2.3.2 Cama de siembra .....	21
2.2.3.3 Siembra directa y en línea.....	22
2.2.3.4 Densidad de siembra .....	24
2.2.3.5 Profundidad de siembra .....	25
2.2.4 <u>Factores relativos a la semilla</u> .....	26
2.2.4.1 Peso de la semilla.....	26
2.2.4.2 Calidad .....	27
2.2.4.3 Curasemilla .....	28
2.2.4.4 Inoculación.....	28
2.3 VARIABLES MORFOGENÉTICAS Y ESTRUCTURALES.....	29
2.4 CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES.....	32
2.4.1 <u>Raigrás</u> .....	32
2.4.1.1 Características .....	32
2.4.1.2 Siembra .....	34
2.4.1.3 Macollaje.....	34

2.4.1.4	Clasificación.....	35
2.4.1.5	Utilización.....	36
2.4.1.6	Raigrás Ration y Montoro.....	37
2.4.2	<u>Trébol rojo</u> .....	37
2.4.2.1	Características .....	37
2.4.2.2	Siembra .....	38
2.4.2.3	Fijación biológica.....	38
2.4.2.4	Clasificación.....	39
2.4.2.5	Utilización.....	39
2.4.2.6	Cultivar LE 116.....	40
2.5	EFFECTO DE LA MEZCLA DE ESPECIES .....	41
2.6	DATOS NACIONALES SOBRE IMPLANTACIÓN .....	42
2.7	HIPÓTESIS DEL TRABAJO .....	45
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	46
3.1	CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES .....	46
3.1.1	<u>Localización y descripción del experimento</u> .....	46
3.1.2	<u>Antecedentes del área experimental</u> .....	46
3.1.3	<u>Caracterización climática</u> .....	46
3.1.4	<u>Tratamientos</u> .....	47
3.1.5	<u>Diseño experimental</u> .....	47
3.1.6	<u>Semillas viables sembradas</u> .....	48
3.1.7	<u>Metodología experimental</u> .....	48
3.2	VARIABLES EVALUADAS .....	50

3.2.1 <u>Porcentaje de implantación</u> .....	50
3.2.2 <u>Número de plantas/m<sup>2</sup></u> .....	50
3.2.3 <u>Macollos/m<sup>2</sup></u> .....	50
3.2.4 <u>Macollos/planta</u> .....	50
3.2.5 <u>Hojas totales/macollo</u> .....	50
3.2.6 <u>Altura de vaina y lámina</u> .....	50
3.2.7 <u>Peso individual (gMS) y producción total de raigrás (ttMS/ha)</u> .....	51
3.3 HIPÓTESIS .....	51
3.3.1 <u>Hipótesis biológica</u> .....	51
3.3.2 <u>Hipótesis estadística</u> .....	51
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	51
3.4.1 <u>Modelo estadístico</u> .....	52
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	54
4.1 <u>CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA</u> .....	54
4.2 <u>PERÍODO DE IMPLANTACIÓN (0 A 57 DPS)</u> .....	57
4.2.1 <u>Porcentaje general de implantación</u> .....	57
4.2.2 <u>Porcentaje de implantación de raigrás</u> .....	60
4.2.3 <u>Porcentaje de implantación de trébol rojo</u> .....	61
4.2.4 <u>Número de plantas de raigrás/m<sup>2</sup></u> .....	63
4.2.5 <u>Número de plantas de trébol rojo/m<sup>2</sup></u> .....	64
4.2.6 <u>Número de macollos/m<sup>2</sup></u> .....	65
4.2.7 <u>Macollos/planta</u> .....	68
4.2.8 <u>Hojas/macollo</u> .....	70

4.2.9 <u>Altura de vaina y lámina (cm)</u> .....	71
4.2.10 <u>Peso individual y producción total de raigrás (ttMS/ha)</u> .....	72
4.3 <u>PERÍODO DE INICIO DEL PASTOREO (104 DPS)</u> .....	74
4.3.1 <u>Porcentaje general de establecimiento</u> .....	74
4.3.2 <u>Porcentaje de establecimiento de raigrás</u> .....	78
4.3.3 <u>Porcentaje de establecimiento de trébol rojo</u> .....	79
4.3.4 <u>Número de plantas de raigrás/m<sup>2</sup></u> .....	80
4.3.5 <u>Número de plantas de trébol rojo/m<sup>2</sup></u> .....	81
4.3.6 <u>Número de macollos/m<sup>2</sup></u> .....	82
4.3.7 <u>Macollo/planta</u> .....	83
4.3.8 <u>Hojas/macollo, altura de vaina, y altura de lámina (cm)</u> .....	84
4.3.9 <u>Peso individual y producción total de raigrás a 104 dps (ttMS/ha)</u> .....	85
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	87
6. <u>RESUMEN</u> .....	88
7. <u>SUMMARY</u> .....	90
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	92
9. <u>ANEXOS</u> .....	105



## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Porcentaje de implantación según la cobertura del suelo y profundidad de siembra en TR .....	21
2. Porcentaje de germinación, PMS, DS y semillas viables/m <sup>2</sup> para la mezcla (A) .....	48
3. Porcentaje de germinación, PMS, DS y semillas viables/m <sup>2</sup> para raigrás puro (B y C) .....	48
4. Porcentaje de implantación general a los 57 dps (961 °Cd) .....	58
5. Porcentaje de implantación de Rg según acumulación térmica y dps .....	60
6. Porcentaje de implantación de TR según acumulación térmica y dps .....	62
7. Número de plantas de Rg/m <sup>2</sup> según acumulación térmica y dps .....	62
8. Número de plantas de Rg/m <sup>2</sup> según tratamientos .....	64
9. Número de plantas de TR/m <sup>2</sup> según acumulación térmica y dps .....	64
10. Macollos/m <sup>2</sup> según acumulación térmica y dps .....	65
11. Macollos/m <sup>2</sup> según tratamiento .....	66
12. Macollos/planta según acumulación térmica y dps .....	68
13. Hojas/macollo según acumulación térmica y dps .....	70
14. Altura de lámina (cm) según acumulación térmica y dps .....	71
15. Altura de lámina (cm) según tratamiento .....	72
16. Peso de planta (gMS) y ttMS/ha de Rg según acumulación térmica y dps .....	72
17. Peso de planta (gMS) y ttMS/ha de Rg según tratamiento .....	73
18. Producción total (ttMS/ha) de Rg acumulada a los 57 dps (961°Cd) por tratamiento .....	73
19. Porcentaje de establecimiento general a los 104 dps (1542 °Cd) .....	75
20. Porcentaje total de establecimiento por tratamiento a los 104 dps (1542 °Cd) ..	76
21. Porcentaje de establecimiento de Rg por tratamiento a los 104 dps (1542 °Cd) .....	78
22. Número de plantas Rg/m <sup>2</sup> a los 104 dps (1542 °Cd) .....	80

23. Número de macollos/m <sup>2</sup> según tratamiento a los 104 dps (1542 °Cd) .....	82
24. Peso individual (gMS/ha) y producción total (ttMS/ha) de Rg acumulada por tratamiento los 104 dps (1542 °Cd) .....	85

Figura No.

1. Relación entre variables morfogénicas y características estructurales de la pastura .....	29
2. Croquis del experimento .....	48
3. Estaca del experimento con el rectángulo de medición .....	49
4. Precipitaciones medias mensuales (mm) para serie histórica 2002-2018 de Paysandú y del período experimental en la EEMAC (2019) .....	54
5. Promedios de T. media para la serie histórica y dentro del período de estudio (2019) .....	56
6. Evolución del porcentaje de implantación general según acumulación térmica .....	58
7. Evolución del porcentaje de implantación general por tratamiento según acumulación térmica .....	59
8. Evolución del porcentaje de implantación de Rg por tratamiento a través de la acumulación de térmica .....	61
9. Evolución de la relación entre pl. Rg/m <sup>2</sup> y macollos/m <sup>2</sup> para tratamientos mezclas y puros a través de la acumulación térmica .....	67
10. Evolución de la relación entre pl. Rg/m <sup>2</sup> y macollos/m <sup>2</sup> para el tratamiento diploide y tetraploide a través de la acumulación térmica .....	68
11. Evolución de la relación entre pl. Rg/m <sup>2</sup> y macollos/planta para tratamiento mezcla y puros a través de la acumulación térmica .....	69
12. Evolución del porcentaje de implantación/establecimiento general según acumulación térmica .....	74
13. Evolución de la implantación/establecimiento según tratamientos a través de la acumulación térmica .....	77

## ABREVIATURAS UTILIZADAS

°Cd – Grados Centígrados días

CAAD – Capacidad de almacenar agua disponible

cv - Cultivar

dps - Días pos siembra

DS - Densidad de siembra

EEMAC - Estación Experimental Mario Alberto Cassinoni

ETP – Evapotranspiración potencial

FA - Facultad de Agronomía

Mac – Macollo(s)

meq. c/100g - Miliequivalente cada cien gramos

MS - Materia seca

No - Número

Pl - Planta

PMS - Peso mil semillas

Rg – raigrás (*Lolium multiflorum*)

R/RL – Relación rojo/rojo lejano

SH. – Serie histórica

T – Temperatura

TAF – Tasa de aparición foliar

TEF – Tasa de elongación foliar

TR – trébol rojo (*Trifolium pratense*)

UdelaR - Universidad de la República

VMF – Vida media folia

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha dado una intensificación de la ganadería uruguaya debido a que la agricultura ha incorporado mucha superficie que tradicionalmente estaba bajo sistemas pastoriles o rotaciones agrícolas-ganaderas, esto, sumado a las altas temperaturas y deficiencias hídricas estivales han ocasionado que en muchas situaciones los verdes sean la única alternativa productiva disponible en el otoño.

El lento crecimiento otoñal y las bajas temperaturas invernales determinan una escasez de forraje de las pasturas naturales, debiéndose utilizar alternativas forrajeras de mayor producción, como una solución a este problema, en estos períodos críticos, los verdes aparecen como una buena alternativa ya que son gramíneas anuales que se caracterizan por producir un volumen muy alto de forraje de buena calidad en un período corto de tiempo, y permiten lograr un aumento de la carga en el período de menor oferta de pasto en sistemas intensivos (Zanoniani y Noëll, 2003b).

Como desventaja son una alternativa “cara” frente a otras de mayor duración que se amortizan durante varios años, en este caso es necesario extremar las medidas de manejo para lograr amortizar este cultivo en un año. La implantación del verdeo condiciona en gran medida la futura producción y la persistencia, el fracaso en la etapa inicial del cultivo puede derivar en una serie de problemas que disminuyen la producción de forraje y consecuentemente la producción animal, para tener éxito es necesario contar con ciertos conocimientos básicos y algunos insumos tecnológicos que se pretende abordar en este trabajo.

El raigrás anual existe naturalmente como diploides, por medio del mejoramiento del raigrás se han obtenido plantas tetraploides con células más grandes y con mayor relación contenido celular versus pared celular, lo que aumenta el contenido de carbohidratos solubles, proteínas y lípidos, esto implica plantas con menos macollos pero de mayor tamaño, hojas más anchas, y de color verde más oscuro, menor contenido de materia seca (más succulentos) y semillas más grandes. A igualdad de condiciones, los tetraploides son más palatables que los diploides, presentan un funcionamiento ruminal más eficiente y por tanto dan mayor producto animal.

En este trabajo se propone evaluar el impacto del efecto de la mezcla y de la utilización de las distintas ploidías en el porcentaje de implantación. El experimento consiste en dos verdes puros de *Lolium multiflorum* de diferentes cultivares con distintas ploidías (Ration y Montoro) y dos tratamientos donde se mezcla ambos raigrases y se adiciona una leguminosa (*T. pratense*).

## 1.1 OBJETIVOS

El objetivo de este estudio fue evaluar la implantación en dos variedades de verdeo de gramíneas puras (*Lolium multiflorum*) y en pastura mezcla con la inclusión de una leguminosa bianual (*Trifolium pratense*) realizando mediciones de algunas características de interés en distintos tratamientos.

Estudiar los factores determinantes del período de implantación que es de gran importancia a la hora de sembrar un cultivo debido a que pueden llegar a condicionar la futura producción y persistencia productiva de la pastura.

Como objetivo específico se evalúa la evolución del proceso de macollaje durante la implantación.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 IMPLANTACIÓN

Para Carámbula (2002b) la fase de la implantación de las pasturas en Uruguay es particularmente crítica en el establecimiento y producción de estas.

El éxito de la siembra medido a través del logro de un alto número de plantas establecidas está relacionado con la probabilidad de que la semilla sea colocada en un “sitio seguro”, donde se brinden las condiciones necesarias para romper la dormancia, y que tengan lugar los procesos de germinación y emergencia, sumado a la protección contra algunos predadores (Harper, 1977).

Siguiendo con esta línea, Formoso (2006) define que se ha logrado una buena siembra cuando la diferencia entre la cantidad de plantas objetivo a lograr y las emergidas es mínima. Para conseguir esta buena siembra es necesario que la emergencia sea lo más rápida posible, y las plantas estén uniformemente distribuidas.

Durante su ciclo, todas las especies forrajeras deben pasar por las fases de germinación, emergencia y establecimiento que son los procesos más riesgosos debido a que la planta está en las primeras fases del desarrollo y se encuentra más susceptible. Si suceden condiciones no propicias durante esta etapa, la mortalidad puede alcanzar más de un 90 % (Silverstone y Dickie, citados por Carámbula, 2002b).

Existen diferentes factores que pueden influir en las pérdidas mencionadas anteriormente, según Formoso (2005) cuando actúan factores de estrés que limitan la implantación, no necesariamente se afectará la futura producción, ya que existe cierto grado de crecimiento compensatorio, dado por una mayor disponibilidad de recursos por planta, posibilitando un mayor crecimiento individual y producciones por hectárea similares a las obtenidas en situaciones de mayores poblaciones iniciales. Dentro de las condiciones que pueden afectar la implantación se encuentran condiciones hídricas como ocurrencia sequías o inundaciones (anegamiento), presencia de sustancias alelopáticas, bajas temperaturas, secreciones radiculares y situaciones sanitarias pudiendo aparecer la incidencia de enfermedades o plagas. Otro factor que incide es el pequeño tamaño de las semillas, y las escasas reservas que producen el lento vigor inicial, aumentando el período de susceptibilidad (Carámbula, 2002b).

Una vez terminada la última fase (establecimiento) la planta se independiza de las reservas que utilizó para las primeras fases y se hace plenamente capaz de obtener sus propios productos a partir del proceso de fotosíntesis, pudiendo competir con los individuos que se encuentran a su alrededor (Whalley, Muslera y García, citados Finozzi y Quintana, 2000).

Formoso (2010) indica que en este período la competencia es intensa entre las plántulas por luz, agua y nutrientes. Sólo las especies más vigorosas y con capacidad para soportar ataques de insectos y enfermedades y condiciones desfavorables de temperatura y humedad van a lograr establecerse de manera adecuada.

Respecto a la eficiencia de implantación, definida por Bobadilla (2010) como el número de plántulas logradas en relación con el número de semillas viables sembradas, se puede decir que los valores más frecuentes se encuentran en torno al 20 % y que difícilmente superan el 30 %.

### 2.1.1 Germinación

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

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

Campbell y Swaine, citados por Bayce et al. (1984), destacan la importancia de realizar la siembra en el tapiz cuando existan condiciones de humedad que permitan una rápida germinación y un establecimiento inmediato de las plántulas.

Este proceso se da mediante la absorción de agua en forma líquida o de vapor y luego pasa a depender del suministro de agua continua, que se encuentra relacionado a la disponibilidad de agua del suelo. Es necesario un buen contacto semilla-suelo, cercano al frente de humedad, que se regula con el manejo de la profundidad de siembra que se utiliza que depende del tamaño de la semilla (Formoso, 2010).

Si luego de la absorción de agua por parte de la semilla y después de desencadenados los procesos iniciales de germinación, se interrumpe el acceso al agua, el embrión muere, los porcentajes de implantación bajan y las pasturas pueden quedar ralas o en el peor de los casos, perderse (Formoso, 2007b).

Las semillas que consiguen germinar antes son especies de mayor vigor por su mayor peso o bien por su mayor velocidad en la capacidad de movilizar las reservas del endosperma hacia los distintos puntos de crecimientos. Este mayor vigor de ciertas especies las torna más competitivas en relación a las que demoran más (Askin, 1990).

Por lo general las leguminosas se caracterizan por una mayor velocidad en la germinación, debido a que tienen un mayor contenido inicial de agua, y por lo tanto también poseen un mayor tamaño de embrión (Mc William y Dowling, 1971).

Campbell y Swaine, citados por Bayce et al. (1984), mencionan ciertos requisitos mínimos para la germinación y crecimiento de la plántula, entre ellos, la temperatura del suelo que es adecuada a partir de marzo alcanzando una media de 25 °C (con una mínima de 15 y una máxima de 35), un cierto grado de humedad requerida que se alcanza entre fines de marzo y fines de mayo y, por último, una baja probabilidad de heladas (hasta 30 % en junio).

### 2.1.2 Emergencia

Durante la germinación y emergencia, las plántulas que emergen de las semillas deben de pasar por las siguientes fases de desarrollo: fase heterótrofa, fase transicional y, por último, fase autótrofa (Whalley et al., citados por La Paz et al., 1994). La fase heterótrofa comprende desde la imbibición hasta que el tejido comienza su actividad fotosintética (el embrión depende exclusivamente de las reservas). En la fase transicional, las plántulas adquieren la energía tanto de las reservas como de la fotosíntesis y una vez agotadas las reservas, la plántula pasa a la fase autótrofa (Qualls y Cooper, citados por Bologna y Hill, 1993).

La emergencia se sucede con la aparición de la plántula sobre la superficie del suelo. La velocidad de este proceso resulta muy importante dado que la plántula en esta etapa es no autótrofa y se encuentra expuesta a factores desfavorables. La mayor limitante para lograr exitosas implantaciones puede ser la baja población de plántulas que sobreviven a este período (Carámbula 1997, 2002b).

Una emergencia uniforme va a depender de características como: el tamaño de semilla, el poder germinativo y la presencia de semillas duras (Rebuffo, 2000).

Brock et al., citados por Carámbula (2002b), comprobaron mediante un experimento que luego de 10 días de emergencia la festuca había utilizado solo un 14 % de sus reservas seminales mientras que el raigrás consumió un 47 % de sus reservas. En gramíneas la velocidad de emergencia y crecimiento de las plántulas en sus primeras etapas del desarrollo depende del grado de utilización que consiguen realizar de sus reservas endospermáticas.

Según Carámbula (1977) los porcentajes de emergencia de gramíneas como de leguminosas son afectados sensiblemente por la preparación del suelo, los nutrientes, las semillas y los inoculantes; así como decisiones de manejo (fecha, densidad, método y profundidad de siembra).



Uno de los principales problemas es la penetración de la radícula en el suelo, siendo el fracaso de este proceso, una limitante para el establecimiento (Bayce et al., 1984). Este período debe ser lo más efímero posible, debido a que la radícula queda expuesta a la desecación pudiendo causar pérdidas durante esta fase de la implantación, limitando seriamente el éxito de las siembras en cobertura (Campbell, Mc William et al., citados por Finozzi y Quintana, 2000).

En el proceso de la penetración radicular, las gramíneas superan a las leguminosas, incluso cuando las condiciones se presentan desfavorables tales como superficies encostradas o compactadas. Las gramíneas deben esta característica al anclaje que le permiten los pelos radiculares gelatinosos, a una rápida penetración de la radícula, a un menor diámetro de su coleorizo y a un mayor número de raíces por semilla (Carámbula 1977, Bayce et al. 1984, La Paz et al. 1994).

### 2.1.3 Establecimiento

El porcentaje de establecimiento hace referencia al número de plántulas sanas que consiguen establecerse en la pastura en relación al número de semillas viables sembradas (Carámbula, 2002b), por lo que está directamente relacionado con la densidad de siembra. Cuanto mayor sea porcentaje de implantación menor será la densidad de siembra necesaria para obtener un mismo número de plantas (población), determinando un menor costo de siembra por hectárea (Dubourdiou y Frache, 2016).

Este porcentaje se define en las primeras fases del ciclo de vida de la pradera, abarcando de 10-12 semanas pos siembra. Para completar los tres procesos (germinación, emergencia y establecimiento) exitosamente hay que tener en cuenta los factores de manejo como, la calidad de la semilla, las especies y cultivares a sembrar, la preparación del suelo, el contenido de nutrientes del suelo e inoculantes de semillas, y la fecha, profundidad, densidad, y método de siembra, entre otros (Carámbula, 2002b).

Según White (1981), se requiere una mayor destreza y cuidado de los diferentes factores de manejo para conseguir un exitoso establecimiento en una pastura que el necesario para la mayor parte de los otros cultivos agrícolas.

Las especies forrajeras presentan un menor tamaño de semilla, una emergencia menos agresiva, caracterizada por una menor área foliar respecto a los cultivos tradicionales, esto las vuelve menos competitivas en sus inicios (Oriella y Teuber, citados por Berasain et al., 2015).

## 2.2 FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLANTACIÓN

Una buena implantación de la pastura determina el éxito a través de la persistencia y productividad, devolviendo un mejor resultado económico de la inversión,

por el contrario, existen muchos factores que pueden provocar una mala implantación como por ejemplo, el cultivo antecesor, la fecha y método de siembra, temperaturas y humedad del suelo, enfermedades, enmalezamiento, preparación de la sementera, calidad de semillas, sobrepastoreo, compactación, inoculación, curasemillas, y control de plagas (Formoso, 2008).

Son varios los factores que pueden afectar en esta etapa del cultivo, sin embargo, solo algunos de ellos pueden ser manejados para poder maximizar el número de plantas sanas establecidas. A continuación, se procede a puntualizar cada uno de estos factores.

### 2.2.1 Factores bióticos y abióticos

#### 2.2.1.1 Temperatura

La conducta de las semillas está directamente influenciada tanto por la temperatura del suelo como la del aire (Herriot, citado por Carámbula, 1977).

En las latitudes del territorio nacional la temperatura media mínima del suelo desciende desde enero hasta junio, luego comienza a aumentar hasta alcanzar sus máximos en diciembre. En el tramo final del verano, la temperatura máxima puede ser muy alta pudiendo perjudicar el proceso de germinación. A partir del mes de marzo, con una temperatura media de 25 °C se consigue un mejor establecimiento de las pasturas. Sin embargo, si se atrasa la siembra hacia mayo, las temperaturas mínimas pueden ser muy bajas (entorno a los 5 °C), afectando el crecimiento de las plántulas, con probables pérdidas (Carámbula, 2002b). Las especies forrajeras que más sufrirán este atraso serán aquellas que presenten mayor perennidad (Cámara de Semilleros de la Bolsa de Cereales, 2010).

White (1981) recomienda la finalización de la siembra otoñal antes de la aparición de las primeras heladas del invierno para conseguir un exitoso establecimiento y crecimiento de las especies forrajeras.

Según Carámbula (2002b) la mayoría de las especies tienen diferentes rangos de temperatura óptima, las gramíneas anuales y el trébol pueden germinar a menores temperaturas en invierno, mientras que gramíneas perennes y leguminosas de verano son más sensibles a las bajas temperaturas.

Hay que tener en cuenta que la humedad y la temperatura no funcionan en forma independiente. La suma térmica necesaria para generar el 50 % de emergencia de las plántulas aumenta linealmente por encima de un valor umbral, cuando la humedad del suelo se encuentra en su mayor potencial (Thenhouvri, citado por Benjamin, 1990).

### 2.2.1.2 Humedad

Para Risso (1991) la humedad disponible en el suelo es seguramente el factor determinante en la germinación ya que es necesaria para el proceso de imbibición de la semilla, para la germinación y para la inserción de la radícula en el suelo. En la misma línea, Carámbula (1997) agrega que una germinación rápida y uniforme de las semillas se consigue cuando se da un contenido adecuado de humedad en el suelo.

A su vez Carámbula (2002b) enfatiza que si se pretende conseguir una exitosa implantación tanto la cantidad como la distribución de las precipitaciones posteriores a la siembra aparecen como el factor físico ambiental que tiene mayor influencia en la implantación de las pasturas en combinación con temperaturas adecuadas u óptimas.

La humedad va a ser determinante en el tiempo de duración en la emergencia de las plántulas bajo distintas formas. Como primer punto, el agua es un nutriente esencial en la germinación debido a que ante una restricción de este factor se reduce drásticamente este proceso. Es clave que la conductancia en el perfil suelo sea alta para que la semilla pueda hacerse de la humedad con mayor simplicidad (Collins-George y Sands, Williams y Shaykewic, Hadas y Russo, citados por Benjamin, 1990). La Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales (2010) establece que cuando las semillas quedan sobre la superficie del suelo, las posibilidades de que estas enraícen son escasas, además se corre el riesgo de que la semilla germine por situaciones transitorias de humedad o por acción del rocío y pueda ocurrir luego, la muerte de esta si se suceden períodos de sequías o altas temperaturas.

Existen importantes diferencias en cuanto a requerimientos para germinar entre diferentes especies. La mayoría de las leguminosas requieren menor nivel de humedad comparado con gramíneas, esto gracias a que la imbibición de las semillas es más rápida y también logran una mayor capacidad de retención de agua. De esta forma, la óptima germinación en leguminosas se da en un menor tiempo (Mc William et al., 1970).

La falta de humedad impide la germinación, y expone la semilla a un mayor tiempo de posibles ataques de insectos o a microambientes desfavorables que reduzcan la nodulación en leguminosas afectando los rizobios inoculados, aunque también el exceso de agua puede generar la muerte de semillas por anoxia o pudrición (Carámbula, 2002b).

Siguiendo con la idea anterior, Carámbula (1977) establece que las leguminosas poseen una mayor habilidad para germinar en ambientes con menor de humedad debido a la mayor absorción de agua que consiguen, por otro lado, debe destacarse como una desventaja que alcanzan mayores velocidades de deshidratación.

Respecto a la humedad en el suelo a lo largo del año, Carámbula (1977) concluye que es variable, donde a fines del verano el suelo por lo general debido a la alta

evapotranspiración presenta deficiencias de humedad. En tanto, a medida que transcurre el otoño, la intensidad de dichos déficits va disminuyendo debido a que se reduce la evapotranspiración y las precipitaciones de marzo y abril contribuyen a aumentar el almacenaje de agua en el perfil del suelo. Por último, en pleno invierno se presentan situaciones de saturación de agua en los perfiles de suelo, consecuencia de esto, la actividad biológica se ve reducida por bajas temperaturas y falta de oxígeno.

Para disminuir las deficiencias, Mc William y Dowling (1971) aconsejan retener la humedad en el suelo realizando manejos como la eliminación de la vegetación o mantener cubierta la superficie, evitando que la cobertura este viva para no perder humedad por transpiración, esto reduce la evaporación directa desde el suelo.

### 2.2.1.3 Enmalezamiento

Es una de las causas más importantes en la pérdida de las pasturas. Por esto, es necesario conseguir reducir al mínimo del efecto de las malezas. La recomendación, es buscar como objetivo, una pastura limpia desde el inicio (Bobadilla, 2010).

En general, las especies forrajeras se caracterizan por presentar una baja capacidad competitiva en el proceso de implantación, es por esto que la presencia de malezas puede generar altas pérdidas de producción. Es recomendable realizar el control antes de la implantación de la pradera (durante el cultivo previo), el hecho de realizar una eliminación temprana de las malezas deriva en menores niveles de competencia y por ende en un mejor crecimiento inicial (Formoso, 2000).

Cuanto antes se consiga que la pastura sembrada cubra la entre fila, mejor adaptación conseguirá frente a la invasión de malezas, la selectividad animal y el pisoteo, a la vez que obtendrá una entrega de forraje más importante al primer año (Carámbula, 2002b).

La aparición de malezas no solo puede afectar la producción de las especies forrajeras sembradas, sino que además puede disminuir el valor nutritivo de las mismas. Dentro de las principales formas de control aparecen; el usar semilla de calidad, el control cultural, control mecánico, intentar aprovechar la capacidad de las especies sembradas, y el control químico (Carámbula, 2002b).

Ríos (1996) señala que el tipo de enmalezamiento que se presenta en la chacra debe ser evaluado previo a la elección de la o las especies a sembrar, y que para las malezas más difundidas en la región existen variadas alternativas que permiten lograr controles eficientes. Se debe tener en cuenta que, el querer corregir una mala planificación para conseguir limitar el desarrollo de las malezas, generará elevados costos y no es garantía de controles efectivos (Luz, citado por Bobadilla, 2010).

Para poder aplicar una buena estrategia de control es vital el tener conocimiento de la fisiología de las especies, esto permite combatir más eficientemente y potencia las opciones de control. Es necesario determinar los puntos de crecimiento de las mismas, los momentos en que estas malezas presentan mayor sensibilidad, sus ciclos y las estructuras de reservas. Otro factor que va a tener influencia sobre la eficiencia del control del herbicida es el grado de desarrollo de la maleza, siendo más susceptibles las plantas jóvenes, en estados tempranos de desarrollo (Dabalá, 2009).

En la misma línea, Carámbula (2002a) propone que al momento de instalar una pastura se debe distinguir los ciclos de las malezas entre anuales y perennes, debido a que las primeras pueden ser controladas con herbicidas selectivos durante el otoño. En cambio, si estas fuesen perennes, como por ejemplo *Cynodon dactylon* (gramilla), esta va a requerir de control mecánico y químico.

Las malezas de ciclo estival presentan como una de sus características un crecimiento vigoroso, esto puede comprometer la implantación de la pastura por lo que hay que dar primordial atención al control de estas. Para su control pueden analizarse opciones tanto de control químico como mecánico (Brito del Pino et al., 2008).

Las latifoliadas son uno de los mayores problemas, aunque son susceptibles a una amplia gama de productos, porque lo que la elección debe pasar por aquellos que a igual dosis consigan una mayor residualidad y un mayor espectro en el control (Brito del Pino et al., 2008).

Según Ríos (2007) es de vital importancia prevenir la entrada de malezas foráneas a los establecimientos por lo que el autor recomienda una serie de simples prácticas a tener en cuenta para disminuir el riesgo de estos ingresos. Dentro de estas están, la compra de semilla etiquetada lo que asegura que no ingresen semillas mezcladas con las de la especie a sembrar. En caso de contratar maquinaria o servicios se deberá hacer énfasis en la limpieza de las máquinas previo al ingreso al establecimiento. También se requiere de un cuidado especial a la hora de comprar fardos ya que el riesgo de estos radica en su posible contaminación con semillas de malezas, debido a que generalmente, en primavera, momento en que se da la mayor producción de fardos, muchas de las especies de malezas están en plena semillazón. Por último, el autor recomienda intentar mantener libre de malezas problemáticas banquetas, cunetas, retiro de rutas y caminos, y áreas próximas a cursos de agua.

El control mecánico con desmalezadora se realiza en malezas en estados avanzados de crecimiento (alturas mayores a 50 cm), mientras el desarrollo de la pastura lo permita, para reducir un posible daño. Es una solución parcial y tardía, puesto que ya han producido una fuerte competencia sobre las plántulas de la pastura. Esta práctica produce una defoliación temprana del pastizal, que deberá destinar reservas al rebrote, se dará una floración más tardía, y una menor producción de semillas, por esto, el corte

mecánico solo controla el enmalezamiento, pero no lo elimina, sobre todo tratándose de situaciones con presencia de latifoliadas perennes (Brito del Pino et al., 2008).

En praderas nuevas, la presencia de malezas puede ser un problema. Existe una gran variedad de herbicidas para generar el control, pero en muchos casos “el diente y la pezuña” en altas cargas durante cortos períodos de tiempo, puede volverse el mejor controlador de malezas y a un menor costo (Smethan, 1981).

Ball et al., citados por Gomes de Freitas y Klaassen (2011), han evidenciado que existen diversas razones que ameritan el control de malezas en cultivos forrajeros, debido a que no solo disminuyen la calidad y cantidad de las pasturas, sino que también compiten por factores como espacio, luz, agua y nutrientes. Pero a su vez, estos mismos autores, destacan la contribución que hacen las malezas en lo referente al control de la erosión y a su aporte en la dieta por el alto valor nutritivo que algunas de ellas presentan.

Realizar laboreo convencional puede ser utilizado como una herramienta de control, al mismo tiempo permite incorporar el herbicida al suelo, consigue controlar el desarrollo de malezas de ciclo anual y agotar las reservas de malezas de ciclo perenne sin depender completamente de los herbicidas y realiza un mejor control de la gramilla (*Cynodon dactylon*) por medio de combinación de tratamientos, químicos (herbicidas), mecánicos (laboreos), y biológicos (especies y densidades, Carámbula, 2002a).

En los sistemas donde prima el método de la siembra directa las distintas labranzas se sustituyen por aplicaciones de herbicidas totales lo que consigue similares resultados, el barbecho químico aparece como sustituto del laboreo en la preparación de la sementera y el control de malezas, a lo que se le suma la presencia del rastrojo sobre la superficie del suelo. Al eliminar el laboreo se produce inmediatamente una disminución en la emergencia de plántulas, ya que solo aquellas que se encuentran más próximas a la superficie conseguirán germinar mientras que el resto que se encuentran a mayores profundidades permanecerán dormidas e integrando el banco de semillas del suelo. A su vez, parte de las semillas expuestas en superficie presentan un deterioro más rápido al estar expuestas a las condiciones ambientales y a la acción de plagas y enfermedades (Ríos, 2007).

#### 2.2.1.4 Enfermedades

El potencial productivo por obtener es resultado de la interacción de una serie de factores, tanto bióticos como abióticos, entre los que aparecen las enfermedades de las plantas como una de las principales limitantes en la determinación del rendimiento y la calidad de los cultivos (Ivancovich, citado por Carámbula, 2002b).

Al detectar una enfermedad en la pastura, son pocas las medidas de control de aplicación práctica. Por esto, es importante realizar prevención de estas enfermedades

para minimizar los daños y pérdidas que estas ocasionan. El concepto de “manejo” resulta en este caso más apropiado que el de “control” (Altier, 1996).

Brito del Pino et al. (2008), citan que las plantas pueden sufrir variadas alteraciones causadas por virus, hongos y bacterias. En la aparición y el desarrollo de una enfermedad se produce una interacción simultánea entre distintos factores como son ambiente, patógenos y huésped.

En las pasturas las enfermedades se pueden clasificar en dos grupos, las que afectan durante implantación y aquellas que afectan a la planta establecida.

Las enfermedades que afectan la implantación pueden ser causadas por patógenos presentes en el suelo o en la semilla, en condiciones de baja temperatura, exceso de lluvia y alta humedad en el suelo que facilitan la infección por especies del género *Phytophthora* y *Pythium* pudiendo ocasionar podredumbres semilla y de raíces de las plántulas durante su germinación (Altier 2010, Pérez et al. 2010).

Durante la implantación se puede presentar una serie de enfermedades a las que comúnmente se les conoce como “damping off”, estas, tienen gran influencia en el stand final de plantas logradas, así como también en la resiembra que consigan las especies. Entre los organismos más frecuentes que son causantes de estas enfermedades se encuentran organismos dentro de los géneros *Fusarium*, *Pythium* y *Rhizoctonia* pudiendo ocasionar daños a la plántula tanto en pre emergencia como en pos emergencia. Superada esta etapa, la planta por su propio desarrollo comienza a mostrar una mayor tolerancia a estos ataques debido a que sus tejidos se lignifican y los hongos no consiguen penetrarlos, siendo este período donde la planta presenta susceptibilidad de entre 20-25 días aproximadamente (Pérez et al., citados por Brito del Pino et al., 2008).

Ivancovich, citado por Carámbula (2002a), destaca que el manejo del suelo previo a la implantación tiene gran incidencia en el nivel de rastrojo presente en esta etapa, este factor puede determinar una menor magnitud de daño en siembras con laboreo. Por su parte, Ernst (2000), señala que el hecho de pasar de sistemas de producción basados en laboreo y quema de rastrojos, a un sistema de producción más conservacionista con el uso de siembra directa va a determinar un aumento en la incidencia de enfermedades causadas por hongos necrotróficos.

Pereyra, citado por Carámbula (2002a), señala que la mayor incidencia enfermedades con la presencia del rastrojo deriva de la interacción de varios factores, pudiendo citar: una mayor concentración de inóculo inicial en los residuos infectados, la ubicación espacial de dicho inóculo que facilita una rápida dispersión y una temprana multiplicación de la infección debido a que los restos vegetales permanecen un mayor tiempo húmedos si se dan condiciones de rocío.

Dentro del segundo grupo (enfermedades en planta establecida), Altier (2010) constató ataques en la parte aérea en forma de manchas foliares y canchales o lesiones necróticas en tallos. En general no provocan la muerte, pero si pueden mermar la calidad y el rendimiento de la pastura.

En el caso de las leguminosas forrajeras las enfermedades juegan un rol trascendente afectándolas en distintas etapas de su vida, provocando un alto porcentaje en la muerte de las plántulas cuando se dan las condiciones predisponentes y como consecuencia baja la persistencia productiva de la especie. La alta humedad en el suelo y bajas temperaturas enlentecen el normal crecimiento y desarrollo de las plantas favoreciendo el desarrollo de hongos (Brito del Pino et al., 2008).

Según Pereyra et al. (1996), los elementos más importantes a tener en cuenta en la búsqueda de evitar problemas de enfermedades deben ser: la elección de la chacra, el manejo los residuos, definir una adecuada rotación, considerar tratamientos de la semilla a sembrar, la selección de cultivares y por último el uso de fungicidas.

#### 2.2.1.5 Plagas

Se debe realizar un monitoreo previo a la siembra para un posterior diagnóstico de las chacras y de esta forma tener conocimiento de la situación respecto a posibles plagas e insectos (Alzugaray y Ribeiro, 2000).

Se puede clasificar las plagas en dos grupos según su hábito de vida en, plagas del suelo y parte aérea. Dentro del primero se agrupan plagas como las isocas y larvas de gorgojos que se alimentan mayormente de raíces y algunas veces, de la parte aérea. En el segundo grupo, se encuentran los insectos que dañan la parte aérea como las lagartas, chinches, pulgones, hormigas, langostas y grillos. Siendo los pulgones los que más afectan el proceso de implantación (Alzugaray y Ribeiro, 2000).

Bao (2010) clasifica los daños causados en directos e indirectos, dentro de los primeros se consideran aquellos debidos a una alta densidad de población del insecto, pudiendo llegar a causar la muerte de plantas en implantación mientras los daños indirectos se dan por la transmisión de virus donde las plagas actúan como vectores.

Zerbino, citado por Brito del Pino et al. (2008), destaca que la siembra directa, por su conocida ausencia de perturbaciones en la estructura del suelo y la presencia de los rastrojos cubriendo la superficie, crea un ambiente que favorece al común desarrollo de poblaciones de algunos organismos que viven en el suelo. En siembra directa hay una tendencia a que se restablezca la fauna nativa y se reducen los ataques de algunos individuos que se favorecen con el laboreo convencional. Por esto, es que el control biológico cobra importancia debido al rastrojo que se mantiene en superficie, favoreciendo la sobrevivencia y reproducción de enemigos naturales.



Castiglioni (2001) coincide ya que afirma que, en situaciones sin laboreo la diversidad de especies es mayor en comparación a situaciones con laboreo tanto para especies plaga como para benéficas. En lo que refiere al componente del suelo, los sistemas estables (sin distorsiones en la estructura del suelo) favorecen la presencia de un mayor número de lombrices y otros organismos benéficos. Muchas especies que en la consideración se califican como plagas, también desempeñan funciones benéficas.

En siembras con laboreo convencional se observa predominancia de aquellas plagas cuyos adultos presentan la habilidad del vuelo, como son chinches, pulgones y lagartas, en cambio en sistemas de siembra directa las poblaciones que frecuentemente se desarrollan son residentes en el suelo de ciclos biológicos largos como son babosas, hormigas, grillos e isocas (Gassen, citado por Carámbula, 2002b).

### 2.2.2 Factores relativos al suelo

Son varias las características del suelo que inciden sobre las plantas forrajeras: textura, fertilidad, profundidad, drenaje y pH son las principales. Las distintas especies presentan distintas respuestas a cada una de estas variables (Carámbula, 2002a).

Antes de dar comienzo a la implantación de una pastura es necesario tener el conocimiento del estado actual del suelo respecto a su fertilidad, para así, poder definir las acciones que brinden mayor seguridad en el objetivo de conseguir una persistencia y producción exitosa. Cuando se realiza bajo el método de siembra directa, el hecho de no generar perturbaciones en la estructura del suelo, junto a la acumulación de residuos sobre la superficie, hace que se produzcan grandes cambios en la dinámica y distribución de nutrientes en el suelo (Carámbula, 2002a).

#### 2.2.2.1 Historia de la chacra

Una vez que se decide la secuencia de cultivos a implementar, está se repetirá sistemáticamente tanto en el tiempo como en el espacio, lo que implícitamente define los distintos antecesores para cada elemento dentro de la rotación. Con esto se busca llegar a la fecha siembra deseada y que la chacra en ese momento se encuentre limpia. Otros aspectos para tener en consideración a la hora de la elección de la mejor rotación van a ser: la liberación temprana que permita acumular agua y nutrientes, que consiga una cama de siembra firme y un buen nivel de cobertura que controle el nivel de enmalezamiento y que no extraiga nutrientes ni agua excesivamente, y, por último, que la residualidad de los herbicidas utilizados me permitan una siembra segura (Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales, 2010).

Aquellos antecesores que presenten mayor relación C/N serán los que más tiempo de barbecho requieran, casos como el de pradera engramillada o sorgo (90 a 100 días de barbecho), en cambio, rastrojos como soja o girasol, con baja relación C/N, necesitan de un menor tiempo de barbecho para liberar la chacra (Ernst, 2000).

#### 2.2.2.2 Antecesor

El cultivo antecesor juega un importante rol en el rendimiento que obtendrá el cultivo a sembrar. Además, los rastrojos afectan la estructura del suelo, condicionando el crecimiento de las plántulas por su dependencia con la relación suelo-aire-agua. Esto influye en el adecuado ambiente para el correcto desarrollo radicular, que se encuentra muy ligado a los diferentes sistemas radiculares de los antecesores (Triñanes y Uriarte, 1984). Para Morón (2001) se debe manejar adecuadamente los rastrojos, esto significa, conocer los efectos que tienen sobre el suelo, ya que se sabe que condicionan las propiedades físicas (temperatura, agua y erosión), químicas (nitrógeno, carbono, materia orgánica y pH) y también biológicas (composición y cuantía de la biomasa microbiana, inmovilización/mineralización de nutrientes).

El cultivo antecesor puede además generar alelopatía, liberando compuestos químicos que pueden limitar la correcta implantación del cultivo siguiente, mostrando síntomas como acortamientos, engrosamientos, malformaciones, pérdida de desarrollo de pelos radiculares y necrosis (Patrick, Macfarlane et al., citados por Améndola y Armentano, 2003). Bobadilla (2010) recomienda que el antecesor no sea una pradera debido a los posibles efectos alelopáticos negativos que podrían afectar la germinación, crecimiento y desarrollo de otras plantas de esta o distinta especie; otros efectos relacionados al antecesor son la compactación del suelo, la presencia de plagas y enfermedades que también se encontraban en el cultivo anterior.

Según Formoso (2008) se registran mayores rendimientos de las pasturas cuando no hay presencia de gramilla (*Cynodon dactylon*), observándose el mismo efecto entre tratamientos con presencia de gramilla a la que se quemó con glifosato y también cuando se quema con glifosato y fuego.

#### 2.2.2.3 Nitrógeno

Es el nutriente más importante para la producción vegetal tanto por las cantidades requeridas por los cultivos como por las deficiencias de los suelos agrícolas. La cantidad de este nutriente en suelo es resultado de la interacción entre el cultivo, las condiciones edáficas y climáticas, y de la cantidad de años que se trabaja bajo siembra directa continua. Al momento de fertilizar la dosis a aplicar se determina en base a la diferencia entre lo que el cultivo requiere y lo que el suelo es capaz de aportar (Dabalá, 2009).

Es innegable la importancia del nitrógeno en la implantación y producción, ya sean pasturas de gramíneas de corta o larga duración, así como también en el campo natural debido a la falta de leguminosas que realicen fijación biológica de N y así poder mejorar la disponibilidad del nutriente en el suelo (Bordoli, s.f.).

En especies leguminosas el nitrógeno puede aparecer disponible para las plantas a través de la fijación biológica que realizan los rizobios dentro de los nódulos. Es de vital importancia realizar una correcta inoculación de las semillas para conseguir una buena implantación. Las plántulas débiles, amarillentas y/o que no consigan formar nódulos presentan una mayor susceptibilidad a las enfermedades y a la competencia de las malezas y/o del cultivo asociado (Rebuffo, 2000).

Según Carámbula (1997) para conseguir alta producción de forraje en las leguminosas, el suelo no debería presentar altos niveles de nitrógeno, ya que la presencia de este inhibe la acción de los rizobios.

#### 2.2.2.4 Fósforo

El contenido de fósforo total en el suelo se define por medio del material madre y también por un marcado efecto del clima. La respuesta que presentan los diferentes cultivos a la fertilización fosfatada depende de la disponibilidad de fósforo en suelo, pero también se encuentra condicionada por factores edáficos (textura, temperatura, contenido de materia orgánica y pH), del manejo de la fertilización (estratificación de los nutrientes poco móviles) y del cultivo (niveles críticos, Dabalá, 2009).

Para obtener pasturas bien implantadas y con altos niveles de producción, el ambiente debe estar balanceado nutricionalmente, donde para las leguminosas, es destacada la función del fósforo, tanto sobre la producción del forraje como en el desarrollo de la biomasa nodular (Duarte, 2003). Por esto, es sustancial antes de realizar la siembra hacer un análisis de suelo para buscar arreglar las deficiencias de fósforo.

Comúnmente se observan diferentes comportamientos en la respuesta de gramíneas y leguminosas frente al agregado de fósforo. Para las leguminosas, que presentan elevados requerimientos, si se busca lograr una buena implantación se torna necesario el agregado de este nutriente. El hecho de que en Uruguay el fósforo se encuentre en niveles muy bajos, haciendo que cobre importancia debido a las limitaciones que genera en el crecimiento de las leguminosas (Carámbula et al., 1994).

En la implantación de las leguminosas, los requerimientos son máximos, debido al escaso desarrollo radicular de las plántulas con una mínima exploración, y al momento en que son sembradas, que coincide con una época en la que las temperaturas comienzan a descender rápidamente. Por estas razones, los requerimientos de este nutriente son mayores para la instalación en comparación a los requerimientos de mantenimiento con la pradera ya establecida (Bordoli, s.f.).

#### 2.2.2.5 Potasio

En Uruguay existe una gran variabilidad en el potasio que es capaz de otorgar el suelo dependiendo del tipo de suelo. Existen valores dentro del rango de 0,11 a 1,50 meq/100 g de suelo (Hernández et al., 1988).

Perdomo (2009) establece que el nivel crítico para el potasio no depende del cultivo, si no del tipo de suelo, así establece que en suelos arenosos este valor es de 0,15 meq/100 g de suelo, mientras que, para los suelos pesados, el mismo es de 0,25 meq/100 g suelo.

#### 2.2.2.6 Fertilización fosfatada y nitrogenada

Existen tres momentos esenciales en la fertilización de un verdeo: siembra, macollaje y producción primaveral (Zanoniani et al., 2003a).

Previo a la siembra se recomienda realizar análisis de suelo, cuando los niveles en suelo son mayores de 18 ppm de nitratos no se requiere aplicar nitrógeno a la siembra. De no utilizarse análisis de suelo, no se recomienda utilizar dosis mayores a 30-40 kg/ha de nitrógeno (65 a 85 kg/ha de urea). Por otro lado, los niveles de fósforo deberán ser como mínimo 10 ppm (Bray 1) en el suelo (Zanoniani et al., 2003a).

Según Herriot, citado por Carámbula (2002a), una buena práctica es realizar una aplicación de entre 15 y 30 kg/ha de nitrógeno para lograr un efecto starter en la fracción leguminosa. El nitrógeno en dosis pequeñas favorece el crecimiento de las gramíneas mientras que no afecta a las leguminosas, pero en altas dosis se torna un excelente incentivo para el crecimiento de las gramíneas al tiempo que resulta depresivo para el proceso de simbiosis de las leguminosas (Carámbula, 2002b).

Por más que se consigan las mejores condiciones por medio de la preparación del suelo, se utilice semilla de buena calidad y se haga una buena elección de especies y cultivares, si el nivel nutritivo del suelo es inadecuado, no se obtendrá una exitosa implantación ni producción de forraje (Carámbula, 2002b). Si se busca un rápido establecimiento y altos rendimientos tanto de leguminosas como gramíneas es necesario corregir cualquier deficiencia (White, 1981).

En cuanto al fósforo, su respuesta es dependiente del nivel de nitrógeno en el suelo (Zanoniani et al., 2003a). En Uruguay la gran mayoría de los suelos presentan deficiencias, por esto, necesitan de la aplicación de fertilizantes fosfatados si se busca obtener adecuadas implantaciones y producciones de las especies forrajeras (Castro, citado por Díaz y Moor, 1980).

La fertilización con fuentes fosfatadas es completamente imprescindible para conseguir la correcta implantación, por lo que resulta sustancial tomar conocimiento de

la dinámica de este nutriente en el suelo. El fósforo se caracteriza por presentar una rápida inmovilización, mostrando mayor fijación cuánto más ácido y pesado es el perfil del suelo. Esto va a determinar la importancia que toman la dosis y la localización del nutriente en el suelo ya que van a definir la capacidad que va a tener el sistema radicular de la planta para absorberlo, y dependiendo de esto, la cantidad que fijará el suelo (Berber, citado por Carámbula, 2002b).

En tanto, Santiñaque, citado por Finozzi y Quintana (2000), declara que la fertilización fosfatada tiene más influencia en el crecimiento inicial (peso de planta) que sobre la población alcanzada durante la etapa de implantación.

La localización del fósforo en la línea de siembra ha evidenciado ventajas respecto a las aplicaciones al voleo (Perdomo, 2009). Salter, citado por Carámbula (2002a), afirma que el hecho de localizar el fertilizante fosfatado es una forma de conseguir un aumento en la eficiencia en la utilización del producto.

Para Carámbula (2002a) las ventajas de localizar el fósforo son múltiples; una menor retrogradación del nutriente debido a un menor contacto con el suelo, se encuentra rápidamente disponible para ser absorbido por el sistema radicular estimulando el crecimiento inicial, se reduce la cantidad de nutriente que absorben las malezas, se logra minimizar pérdidas del nutriente por erosión y brinda la posibilidad de colocar el nutriente en una zona próxima a la humedad del suelo.

En perfiles de suelo con características de pH ácidos el fósforo tiende a formar compuestos insolubles, tanto con el hierro como con el aluminio, para estos casos se recomienda utilizar fuentes insolubles como la fosforita. Contrariamente, cuando el suelo se presenta con pH alcalino el fósforo forma compuestos insolubles con el calcio y la recomendación es utilizar fuentes solubles como el superfosfato (Vernet, 2005).

El macollaje es el momento de mayor respuesta a la fertilización de los verdeos en estado vegetativo y se basa en que la planta se encuentra aumentando el número de macollas, necesitando y absorbiendo rápidamente el nitrógeno del suelo. Se debe tener en cuenta que cuanto más largo es el tiempo entre dos pastoreos habrá necesidad de mayores niveles de fertilizante. Por otro lado, a igual cantidad de fertilizante agregado los descansos más largos permitirán mayor respuesta en cantidad de forraje. En cuanto a la especie, el raigrás y sus mezclas tienen mayor respuesta que el resto de especies utilizadas como verdeos (Zanoniani et al., 2003a).

Se ha observado que la respuesta al nitrógeno presenta efectos contradictorios respecto a los rendimientos iniciales. Carter, citado por Carámbula (2002a), establece que esto podría deberse a distintos factores que influyen en los procesos de germinación y desarrollo de las plántulas, cuando se colocan en un mismo lugar la semilla y el fertilizante.

Según Oohara, citado por Carámbula (2002a), los efectos negativos que pueden registrarse en leguminosas se deberían al tipo y dosis del fertilizante nitrogenado, con el uso de urea y fosfato diamónico puede producirse un efecto tóxico que se debe generalmente a vapores de amonio derivados estos fertilizantes. Por otro lado, también se puede generar un efecto osmótico por la alta concentración de sales alrededor de la semilla cuando se da la disolución del fertilizante en agua en el suelo, esto puede verse agravado cuando se presentan condiciones de estrés por exceso de humedad.

Las recomendaciones realizadas, con un correcto pastoreo (15-20 cm de altura de ingreso) se ubican en el entorno de 30 kg/ha de nitrógeno (65 kg de urea). Se manejan niveles críticos tentativos en el entorno de 18-20 ppm de nitratos en el suelo luego del pastoreo, para obtener una buena producción de forraje posterior (Zanoniani et al., 2003a).

#### 2.2.2.7 Compactación de suelo

Dentro de los factores que afectan la implantación de las pasturas, no se puede omitir el efecto que tiene la compactación del suelo, que según Formoso (2008), es un fenómeno esperable en predios de producción intensiva ya sea de carne y/o leche, por el pisoteo de los animales, la dotación alta y el uso continuo de la siembra directa.

Con el objetivo de disminuir el efecto perjudicial para la implantación, Ernst y Siri (2008), citan que el hecho de aplicar un herbicida total para controlar el tapiz genera un “tiempo de barbecho químico” el cual ayuda a la descomposición de los restos vegetales aéreos y radiculares permitiendo descompactar el suelo y además acumular nutrientes (nitrógeno) y agua.

#### 2.2.3 Factores relativos a la siembra

##### 2.2.3.1 Fecha de siembra

La fecha de siembra es uno de los factores más importantes ya que va a determinar la forma en que se da la germinación, emergencia y establecimiento de la pastura. De nada sirve aplicar correctamente las otras medidas de manejo como ser profundidad, densidad, método de siembra, fertilización inicial, entre otras si no se tiene en cuenta este factor (Carámbula, 2002b). Según Zanoniani (2010) es el factor de mayor importancia para alcanzar una buena producción y utilización del forraje.

Se fija con el objetivo de conseguir que las plántulas alcancen un rápido desarrollo para poder sobrevivir a factores climáticos adversos (Stepper et al., citados por Carámbula, 2002b).

Generalmente, la época de siembra se encuentra limitada a períodos en los que la temperatura y humedad del suelo son suficientemente altas como para conseguir una

adecuada germinación y un rápido establecimiento, aunque a veces, la semilla puede ser sembrada en el otoño con un suelo seco, anticipándose a una probable lluvia (White, 1981).

Los períodos de siembra más comunes son el otoño y la primavera, siendo más apropiadas fechas a principios de otoño, especialmente en zonas que no están expuestas a fuertes heladas (White, 1981).

En el otoño, el momento óptimo de siembra no debe ser muy temprano, ya que las plántulas podrían correr riesgos por sequías o demasiada radiación, ni tampoco puede ser muy tardía de modo que ingresen al invierno sin tener un desarrollo de plántula suficiente. A menores temperaturas y si se da un exceso de humedad, menor será el crecimiento inicial conseguido y mayor será la mortandad de plántulas. Respecto a las siembras de primavera, el hecho de adelantarlas puede tener afectaciones por acción de las heladas, en tanto, al atrasarlas, los déficits hídricos del verano pueden ser los causantes de los problemas de la implantación (Vernet, 2005).

Para las siembras de otoño existen dos posibles momentos, estos son, temprano en suelos mayormente secos (antes de la lluvia) o después de las lluvias con suelos más húmedos. Por un lado, en las tempranas existe la ventaja de la obtención de mejores temperaturas que estimulan los procesos de germinación, si bien, es menor la disponibilidad de tiempo para hacer un correcto control de malezas, corriendo el riesgo de una posterior aparición y dominancia, como también una menor efectividad en el efecto del inoculante. En tanto, las tardías, posteriores a las primeras lluvias, si bien presentan un período mayor para hacer un buen control de malezas y, además, una mayor acumulación de agua en el perfil, tienen el inconveniente de las bajas temperaturas propias de la proximidad del invierno (Muslera y Ratera, 1984).

Toda especie tiene un momento en que su siembra es más favorable, las de ciclo invernal como pueden ser festuca, trébol rojo y trébol blanco se favorecen con siembras más tardías por menores temperaturas y una mayor humedad, a diferencia de alfalfa, lotus y paspalum que se benefician de siembras más tempranas (Carámbula, 2002a).

Existe una alta probabilidad de que el perfil de suelo presente condiciones deficitarias de humedad hasta mediados de marzo. Luego, el balance hídrico comienza a tornarse positivo, debido al incremento del agua almacenada en el perfil. Por otro lado, en el mes de mayo puede darse una situación de saturación de agua que impide la realización de labores de siembra. En resumen, entre mediados de marzo y mediados de abril, se ubica el período de las fechas más propicias para conseguir el éxito en la siembra (Romero, citado por Palacio, 2015). Muslera y Ratera (1984) también sostienen que ante la posibilidad de sembrar a mediados de marzo se consigue un adelantamiento en el aprovechamiento de la pradera.

La elección de fecha siembra impacta en la posterior incidencia que tendrán las enfermedades. Debe optarse (dentro de las posibilidades) por épocas de siembra donde no exista un exceso hídrico, ni temperaturas mayores a 12 °C por lo que se recomienda la siembra en los meses de marzo–abril, se ha observado que en siembras posteriores a abril se ve aumentada la ocurrencia de “damping off” (Pérez et al., 2010).

Al adelantar la fecha de siembra, con un costo cero, permite a la pastura llegar al primer verano en mejor condición (por mayor enraizamiento y tamaño de planta), aumentando la persistencia (Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales, 2010).

En primavera se producen las óptimas condiciones de temperatura y humedad para poder germinar. Sin embargo, solo algunas especies consiguen prosperar, por poseer ciertas características morfológicas como el tipo de sistema radicular, que las pueden tornar más adaptadas a sobrevivir al verano (Carámbula, 2002b).

### 2.2.3.2 Cama de siembra

Para conseguir una buena cama de siembra existen varios aspectos que pueden tener injerencia en el contacto suelo-semilla, dentro de estos los más importante pueden ser, los restos vegetales, la estructura más superficial del suelo donde se ubica la semilla, la temperatura y la humedad del suelo. La temperatura tiene influencia directa sobre la germinación y su velocidad, pudiendo acelerar o enlentecer el proceso, y en algunos casos causar la muerte de plántulas. Cuando las siembras se realizan con una menor disponibilidad de agua y con altas temperaturas, pero con rastrojo, la semilla se encuentra protegida de la desecación, no así cuando se realiza la siembra en suelo desnudo. La humedad del suelo es un factor de alta variabilidad, y es además una de las principales causas de implantaciones deficientes (Formoso, 2008).

Cuadro No. 1. Porcentaje de implantación según la cobertura del suelo y profundidad de siembra en TR

Profundidad (mm)	Suelo desnudo			Suelo c/rastrojo		
	0	6	12	0	6	12
% Implantación <i>T. pratense</i>	40	45	39	74	85	86

Fuente: Formoso (2008).

Según Carámbula (1985) para conseguir una buena sementera debe cumplirse con ciertos requisitos: brindar condiciones propicias para conseguir el éxito en las tres fases de la implantación, ofrecer un ambiente con acorde temperatura, humedad y disponibilidad de nutrientes que permitan el desarrollo de las plántulas.



### 2.2.3.3 Siembra directa y en línea

Olmos (2001) sostiene que el método de siembra no es tan prioritario para conseguir una correcta implantación con una población estable si la especie posee una buena adaptación a las condiciones de clima, suelo y topografía.

La siembra directa tiene como ventajas un mejor aprovechamiento del agua, la reducción de la erosión mediante la cobertura en superficie mejora el balance de materia orgánica y evita la formación del encostramiento superficial. También permite la posibilidad de extender la ventana de siembra, ampliando al mismo tiempo la superficie ya que permite el acceso a suelos marginales donde antes no se podía sembrar por el riesgo de erosión que representaba la siembra convencional. Por último, brinda la posibilidad de pastorear antes cuando llueve y la de disminuir el consumo de combustible y energía (García Préchac, 1998).

Cabe destacar también, que existen volúmenes de rastrojo en superficie que pueden complicar la emergencia de las plántulas, teniendo en cuenta el menor vigor inicial que presentan las semillas forrajeras respecto a los cultivos agrícolas. A modo de disminuir este efecto se recomienda la realización de pastoreos sobre los rastrojos o la confección de reservas, o cualquier práctica que consiga disminuir el volumen de rastrojo (Ferrari, 2014). Contrariamente a lo anterior, Formoso (2005) determinó que la siembra directa con bajo rastrojo posee un riesgo de encostramiento superficial mayor, lo que terminó afectando la implantación, comparado a la siembra directa con alta presencia de rastrojo.

Suelos que han sido sometidos a intensos usos agrícolas presentan una acelerada degradación respecto a sus propiedades físicas, químicas y biológicas, lo cual se relaciona con el menor aprovechamiento del agua, mayores perjuicios por erosión y una tendencia a la disminución de los rendimientos. Los sistemas de labranza conservacionista desarrollados en los últimos 20 años proponen a la siembra directa como un sistema que permite desacelerar los procesos de degradación, permitiendo mantener o aumentar los rendimientos (Marelli, citado por Friesen et al., 2002).

La siembra directa permite la instalación de pasturas mediante dos acciones muy sencillas. La primera es la utilización de herbicidas para controlar la vegetación existente y la otra es el pasaje de la sembradora que permite depositar la semilla en el suelo (MGAP, 2009).

La secuencia de los diferentes cultivos dejando rastrojos en superficie y la eliminación de la manipulación mecánica del suelo, reducen a un mínimo la erosión y a su vez producen un aumento en la mineralización de la materia orgánica por el proceso de muerte y descomposición de raíces (Marchesi, citado por MGAP, 2009).

Martino (1997) afirma que estos suelos (sin labranza) son más fríos pudiendo afectar los procesos de germinación y establecimiento.

Según Fontaneto y Keller (2001) la siembra directa provee mejores condiciones estructurales en comparación a la siembra con laboreo por presentar aumentos más graduales a la resistencia de la penetración de las raíces, mientras que los suelos labrados generan una densificación en las capas subsuperficiales.

Siguiendo esta línea, Martino (1997) cita que en siembras con laboreo aumenta la disponibilidad de nitrógeno, y fósforo durante los primeros años respecto a la siembra directa.

Para el caso de las mezclas de gramíneas y leguminosas, ambas se pueden colocar en la misma línea, lo que va a provocar en un futuro un mejor balance en los bocados del animal, disminuyendo el riesgo de espacios libres por pérdidas de algunas especies, pero el hecho de sembrarlas juntas en la misma línea aumenta la competencia entre especies. La colocación en surcos alternos ocasiona menor competencia y un uso de menor cantidad de semilla, pero existe un riesgo más alto de que aparezcan espacios por pérdidas de especies. En tanto, la siembra cruzada también es otra alternativa que aparece como ventajosa debido a que presenta una mejor distribución espacial de las distintas especies, permitiendo una mayor exploración radicular y un uso más uniforme de los recursos por parte de las plantas, mientras que también se mejora la distribución del fertilizante y se acelera la cobertura del suelo, como desventaja incrementa los costos y los tiempos operativos (INASE, citado por Leániz y Tisnés, 2015).

La implantación de mezclas forrajeras ya sea que hayan sido sembradas en línea o al voleo puede presentar dificultades por competencia de luz, agua y/o nutrientes, afectando a las de menor vigor. Para evitar esto, Carámbula (2002b) propone la siembra en líneas alternas, líneas cruzadas, gramíneas en línea y leguminosas al voleo, entre otras. Según Mínima, citado por Palacio (2015), con la opción de combinar los métodos al sembrar leguminosas al voleo y gramíneas en línea cada 15 cm se consigue un incremento de la producción de forraje y un ahorro de semilla.

Desde desde el punto de vista rizobiológico es más recomendable realizar la siembra de la leguminosa al voleo, que realizarla en línea a una profundidad inapropiada (Pérez, citado por Dubourdieu y Frache, 2016). Como regla general, Carámbula (2002b) establece que las gramíneas pueden ser sembradas en línea y las leguminosas al voleo.

Respecto a las siembras en línea, Pautasso (2013), destaca que se logra una rápida germinación con una mayor seguridad de implantación debido a una mejor distribución de la semilla en profundidad, aumentando el contacto de la semilla con el suelo.

White (1981) sostiene que la siembra en hileras presenta como ventaja la posibilidad de sembrar la semilla en un suelo húmedo a una profundidad uniforme y muy próxima al fertilizante. Carámbula (2002b), señala que esta última cualidad, deriva en una mayor eficiencia de utilización de los dos recursos, tanto de la semilla como del fertilizante.

Ferrari (s.f.), señala que las siembras muchas veces se realizan con sembradoras no específicas para pasturas, con distancias entre surcos mayores a 17,5 cm, favoreciendo la aparición de malezas que aprovechan los espacios y aumentan la competencia entre plantas en la línea.

Este método presenta desventajas como por ejemplo el espaciamiento de las filas que varía entre 15 y 18 cm generando una pobre cobertura inicial, lo que deriva en mayor posibilidad para la ocurrencia del enmalezamiento. Sumado a esto, la acumulación de semillas dentro de la línea puede traer aparejado un rápido establecimiento de las especies de mayor vigor inicial que terminarán sombreando y dominando a las de crecimiento más lento (Carámbula, 2002b).

#### 2.2.3.4 Densidad de siembra

La dosis óptima de siembra es aquella que consigue la cobertura del suelo en el menor tiempo posible explotando de la mejor manera, la energía disponible y logrando así, producir niveles de materia seca superiores (Muslera y Ratera, 1984). Cuánto antes se consiga la completa cobertura del suelo con las especies sembradas no solo comenzará antes la autodefensa de la pastura contra la aparición de las malezas, el pisoteo y la selectividad animal, sino que además se obtendrá una entrega de forraje más importante incluso desde el primer año (Carámbula, 2002b).

En especies de rápido establecimiento, aun cuando las densidades iniciales son bajas, es posible alcanzar adecuadas poblaciones en mezclas simples con cierto grado de facilidad. Sin embargo, cuando se usan especies de lento establecimiento, se recomienda el uso de dosis altas, para que de esta forma consigan cubrir el suelo con mayor velocidad y así competir mejor con las malezas, que en general poseen una mayor rapidez de crecimiento en los momentos iniciales (Muslera y Ratera, 1984).

En condiciones de suelos fértiles, sin limitantes de agua y con baja presencia de malezas podría justificarse densidades menores a las recomendadas (Carámbula, 1977).

Águila Castro, citado por Carámbula (2002b), enumera ocho factores principales que contribuyen a definir la densidad de siembra, estos son, características de especie y semillas, fertilidad, competencia, condición del suelo al momento de la siembra, temperatura y humedad, método de siembra, época y otros factores (enfermedades, insectos, pájaros, entre otros).

En tanto Brito del Pino et al. (2008), sostienen que son cuatro los factores que determinan la densidad de siembra de pasturas, siendo estos: número de plantas a lograr, el coeficiente de logro, el valor cultural de la semilla, y, por último, las semillas/m<sup>2</sup> por cada kg/ha. El número de plantas a lograr se define como aquel que consigue la máxima producción, se debe utilizar el coeficiente de logro para saber cuántas de estas plantas serán efectivamente logradas. Respecto al valor cultural, es el que permite determinar el número de semillas viables por cada kg de semilla, y resulta del cálculo entre la pureza física y el porcentaje de germinación. El valor de germinación (como porcentaje), indica cuántas semillas germinarán, y además ayuda determinar el vigor de estas.

Al mantener constante una densidad de siembra, modificando la distancia entre surcos se puede determinar diferentes grados de competencia dentro y fuera de la línea. Menores distancias entre surcos determinan menor competencia dentro de la línea, ya que se consigue disminuir densidad dentro de esta, aumentando la distancia entre plantas (Colabelli et al., 1995).

#### 2.2.3.5 Profundidad de siembra

Cada especie tiene una óptima profundidad de siembra, por lo general, las especies forrajeras presentan pequeños tamaños de semilla, por lo que necesitan ser cubiertas por finas capas de suelo (Carámbula, 1977).

Black, citado por Langer (1981), sostiene que, a menor tamaño de semilla, menor debe ser la profundidad de siembra. Probablemente esto se encuentre asociado con las diferentes cantidades de reservas almacenadas en los cotiledones y el endosperma, a su vez también puede estar asociado a limitaciones del crecimiento del hipocótilo en longitud para el caso de las leguminosas y con el largo de coleoptilo en las gramíneas.

Es primordial ubicar la semilla en la profundidad adecuada según su tamaño y el tipo de terreno, buscando que no esté muy compactado el suelo por encima de ellas, para propiciar una emergencia rápida de las plántulas (Muslera y Ratera, 1984).

Cuando las semillas de pequeño tamaño se siembran profundo, causa pérdida de muchas plántulas, algunas porque germinan, pero no consiguen emerger sobre la superficie del suelo, otras por desarrollarse débiles y susceptibles a enfermedades o plagas, y las últimas, por presentar bajas tasas de crecimiento y por competencia con las especies de semilla más grande y de mayor vigor inicial (Carámbula, 1977).

En tanto Black, citado por Carámbula (2002b), propone que en leguminosas la profundidad de siembra es más dependiente de algunos factores que afectan el alargamiento del hipocótilo que del suministro de las reservas de los cotiledones.

En siembras de una mezcla forrajera con correctos manejos es probable que con 1 a 1,5 cm de profundidad se consiga compensar en parte las distintas exigencias de las especies, pudiendo ser máxima en suelos arenosos y mínima en arcillosos. El porcentaje de la emergencia aumenta al pasar de un suelo arcilloso a uno arenoso (Vernet, 2005).

Las experiencias de siembras de mezclas en Uruguay muestran que las leguminosas en muchos casos son sembradas al voleo y en otros casos en la línea junto con la gramínea. Para este último caso, se observa que la profundidad de siembra utilizada para las leguminosas es siempre mayor a la recomendable (no debería ser mayor a dos veces y medio diámetro de la semilla). Conseguir esa profundidad adecuada va a depender en gran medida de las características de la sembradora (Pérez, citado por Dubourdieu y Frache, 2016).

Se debe priorizar la profundidad de las especies de menor tamaño, ya que, si se siembra una mezcla de especies a una mayor profundidad, que no es la que requiere la especie de menor tamaño de semilla, muchas plántulas se perderán por las razones antes mencionadas, como no conseguir emerger del suelo, desarrollarse débiles, o ser dominadas por las especies de mayor vigor inicial (Carámbula, 2002b).

Las leguminosas en general poseen una muy baja emergencia cuando las profundidades de siembra superan 1 cm de profundidad mientras que las gramíneas en su mayoría toleran hasta los 2 cm (Pautasso, 2013). Carámbula (2002a) propone que la profundidad óptima para siembra de leguminosas forrajeras sería entre 0,5 y 1 cm, en tanto para las gramíneas la profundidad estaría en torno a 2 cm.

#### 2.2.4 Factores relativos a la semilla

##### 2.2.4.1 Peso de la semilla

El peso de mil semillas presenta una correlación positiva con el tamaño de la semilla. Entonces, a mayor tamaño aumenta el peso de mil semillas, mayor velocidad en la germinación, mayor vigor inicial de las plántulas debido a su mayor cantidad de reservas, porcentajes mayores de implantación, producción de raíces mayores, un menor tiempo para iniciar el crecimiento de tallos y, por ende, mayor sobrevivencia frente a condiciones climáticas adversas (Formoso, 2007a).

Las características mencionadas explican una reducción del riesgo en la pérdida de la pastura, tasas de crecimiento inicial mayores y una mayor precocidad en la entrega de un rendimiento de materia seca superior (Formoso, 2007b).

El peso de mil semillas no solo está determinado genéticamente por el cultivar, sino que también depende de la disponibilidad de nutrientes, humedad durante su

desarrollo y el grado de madurez de estas semillas a la hora de la cosecha (Carámbula, 2002b).

El peso de mil semillas de leguminosas está relacionado con el posterior desarrollo de la radícula influyendo en el anclaje temprano de las plántulas. En las gramíneas, estos parámetros también presentan la misma relación donde a mayor peso de mil semillas mayor será la extensión del coleoptile, lo que asegura una rápida emergencia (Carámbula, 1977).

#### 2.2.4.2 Calidad

Sobre la calidad de la semilla, Formoso (2008) destaca que no se le brinda la importancia necesaria a la hora de planificar la siembra, arriesgando una inversión costosa por buscar reducir costos. Esto puede traer aparejado como posibles consecuencias; el sembrar una variedad poco adaptada, con baja precocidad, baja producción, baja persistencia, con susceptibilidad a enfermedades, una baja pureza, baja germinación, bajo PMS y alto riesgo de contaminación de malezas prohibidas, imposibilitando el logro de una producción exitosa. Para evitar esto, la recomendación es la utilización de semilla con identidad varietal y con la firma de un técnico como garantía en la etiqueta.

En la misma línea, Bobadilla (2010) enfatiza que utilizar semilla de buena calidad es un aspecto muy importante por la influencia que tiene en la implantación, pero comúnmente queda de lado porque se tiene más en cuenta el precio.

INASE (2009) establece que, al elegir la semilla a sembrar, el productor debe tener en cuenta la posibilidad de comprar semilla certificada, que, a pesar de ser más costosa, permite asegurar aquellas características genéticas que introdujo el fitomejorador a través de la garantía de pureza. Los lotes que no posean esta certificación pueden de todas formas presentar una buena pureza física (bajo porcentaje de materia inerte y otras semillas) y un buen porcentaje de germinación, pero esto no asegura un alto valor de pureza genética.

Para Carámbula (2002b) una buena semilla es aquella que posee un buen poder germinativo y que no presenta impurezas, ni semillas de malezas u otras especies cultivadas que pudiesen perjudicar el establecimiento de la pastura, esto asegura una mejor instalación de la pastura, mejor período de desarrollo, una mayor tolerancia ante la incidencia de enfermedades por condiciones climáticas adversas y una mayor producción de forraje.

En la evaluación de una semilla, la primera característica a analizar es la calidad genética (materia prima, material adaptado), es decir, la adaptación del cultivar. La segunda característica es la calidad analítica del producto final (valor cultural). Con respecto a esta última, a mayor energía germinativa, poder germinativo y germinación

total, menor será el porcentaje de semillas duras y malezas (Carámbula, 2002b). Por todo esto, Carver, citado por Carámbula (1977), establece que cuando la semilla presenta mala calidad, genética y analítica, puede resultar el insumo más costoso.

Respecto a la pureza física del lote de semillas, Carámbula (2002b), recomienda reducir al mínimo aceptable las impurezas para evitar la competencia inicial causada por las semillas indeseadas, estas pueden ocasionar pérdidas en la implantación y en caso de que sean muy agresivas pueden llegar a condicionar la persistencia.

Según Carámbula (1977) un porcentaje de germinación de un 80 % puede considerarse satisfactorio para la mayoría de las forrajeras. Cuando es menor al deseado se puede aumentar la densidad de siembra para corregir esto. De todas formas, si este porcentaje se encuentra por debajo de 40 %, las plántulas se presentarán débiles y con seguridad no sobrevivirán a las adversidades climáticas por lo que esa falta de vigor no consigue compensarse mediante un aumento de la densidad de siembra.

#### 2.2.4.3 Curasemilla

Las aplicaciones (insecticidas y/o fungicidas) buscan proteger las semillas y plántulas durante las primeras fases del crecimiento, cuando son muy vulnerables.

El impacto que tiene sobre las semillas forrajeras es muy importante en situaciones donde hay altas poblaciones de insectos del suelo, consigue disminuir los daños que causa el pulgón, además de mostrar cierta repelencia contra hormigas. Su uso en leguminosas es menos frecuente, aunque también es importante, sobre todo en especies que no son estoloníferas como el trébol rojo, lotus y la alfalfa.

#### 2.2.4.4 Inoculación

Carámbula (1977) define a la inoculación como un proceso indispensable para obtener un buen establecimiento, mayor persistencia y producción de forraje, fundamentalmente cuando la siembra de pasturas es realizada por primera vez.

Scott, citado por Clemente y Gutiérrez (2000), propone que cuando la semilla ya se encuentra inoculada, se le hace el peleteado, el cual se trata de la aplicación de una sustancia sólida o líquida con sólidos disueltos o suspendidos con el fin de obtener una semilla pesada y más grande. Carámbula (1977) agrega que la inoculación genera además un ambiente ideal para la subsistencia del rizobio.

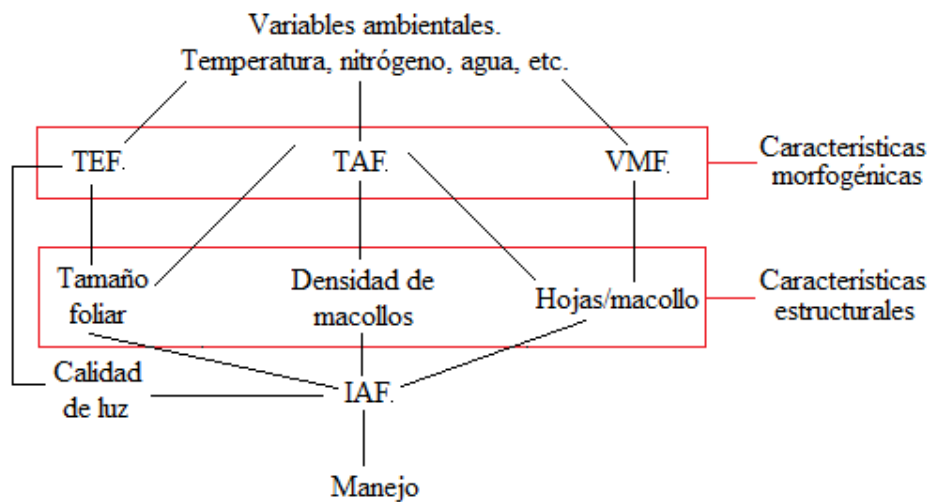
El objetivo de la inoculación es conseguir una cubierta sobre la semilla de la leguminosa, que asegure una alta cantidad de rizobios vivos de la cepa adecuada para obtener una nodulación efectiva en el campo. Las semillas deberán ser secadas y sembradas tan pronto como sea posible para asegurar la acción del inoculante (FAO, 1991).

### 2.3 VARIABLES MORFOGENÉTICAS Y ESTRUCTURALES

Lemaire y Chapman (1996) definen la morfogénesis de las pasturas como la dinámica de la formación y expansión de los órganos de la planta en el espacio, esto abarca la tasa de aparición de los órganos, su velocidad de expansión y su tasa de senescencia y descomposición. Mientras que Agnusdei et al. (1998), la describen como el cambio estructural (formación, expansión y muerte de hojas) de un organismo durante su desarrollo.

En una pastura el rendimiento económico está constituido por las macollas, tallos y hojas por lo que es necesario conocer cómo funciona la formación de estos componentes y los factores que los afectan. En términos generales el rendimiento de una pastura proviene del número de macollas y tallos por área de pastura y, del peso individual de cada macolla (Carámbula, 2002a).

Figura No. 1. Relación entre variables morfogénicas y características estructurales de la pastura



Fuente: adaptado de Chapman y Lemaire (1993).

La morfogénesis de las pasturas de tipo templado y en crecimiento vegetativo es función de tres características: tasa de aparición de hojas (TAF), tasa de elongación de hojas (TEF) y vida media foliar (VMF). Estas características morfogénicas están determinadas genéticamente, pero son también modificadas por la temperatura, la nutrición nitrogenada, el estado hídrico y otras variables. La interacción de estas tres características determina tres características estructurales: el tamaño foliar, la densidad de macollos y el número de hojas por macollo. Estas tres características estructurales determinan el índice de área foliar de la especie (IAF) que es el principal factor que



incide en la radiación interceptada y por ende en la dinámica del rebrote de la pastura (Chapman y Lemaire, 1993). El índice de área foliar es la relación entre el área foliar y la superficie de suelo cubierto por esta (Watson, 1947).

Comprender las características morfogenéticas permite a los técnicos una visualización de la curva de producción, acumulación de forraje y una estimativa de la calidad del pasto, permitiendo dar una recomendación de prácticas de manejo diferenciadas (Gomide, 1997).

Según Nabinger y de Faccio Carvalho (2009), las características morfogénicas definen la arquitectura de la planta y determinan la accesibilidad del forraje para ser pastoreado. La morfología de las plantas interfiere en la estructura y el funcionamiento de la comunidad que estas ocupan mediante la competencia entre especies y también dentro de la especie, el pastoreo por su parte altera las relaciones de competencia.

Chapman y Lemaire (1993) enumeran varios factores ambientales y características de la pastura que regulan la producción de tejido foliar, este tejido crece y se acumula, envejece, senesce y cae, y se descompone en el suelo. En el caso de una pradera el tejido es retirado mediante eventos de pastoreo discretos donde la intensidad y la frecuencia de estos eventos inciden en las tasas de producción de los nuevos tejidos.

Según Colabelli et al. (1998), existen algunos factores ambientales (abióticos) que estimulan o frenan los procesos morfogenéticos y variables estructurales de las pasturas. La temperatura, la luz y la disponibilidad de agua y nutrientes son los más relevantes, estos factores generan señales que son detectadas por la planta disparando un programa de morfogénesis, se dan estímulos y frenos al desarrollo y al crecimiento que pueden ser instantáneos o pueden tener efecto en el largo plazo. La temperatura es el factor de más relevancia y que genera una rápida respuesta por parte de la planta.

La temperatura al igual que la radiación, es un factor del ambiente que el hombre no puede manipular en situaciones a campo y que define el crecimiento de una pastura, siendo esta el principal factor determinante de la producción de biomasa aérea (Anslow y Green, 1967). Su aumento es directamente proporcional tanto a la tasa de elongación foliar (TEF) como a la tasa de aparición foliar (TAF, García y Mazzanti, 1993).

Según Agnusdei, citado por Arin et al. (2018), en otoño cuando la temperatura baja, la cantidad de tejido foliar que muere es mayor al que se produce. En invierno mueren las hojas producidas en otoño y son reemplazadas por hojas de menor tamaño que son formadas con temperaturas más bajas. En primavera aumenta la temperatura y el balance se vuelve positivo.

La tasa de senescencia promedio no muestra una respuesta inmediata a las variaciones de temperatura, sino que depende de la cantidad de hojas producidas con una vida media foliar dada con anterioridad (Agnusdei, citado por Arin et al., 2018).

La temperatura afecta de distintas maneras a las características morfogénicas, por ejemplo, la TAF tiene una respuesta lineal al aumento de la temperatura, la TEF tiene una respuesta exponencial, y la VMF se acorta con el aumento de la senescencia (Lemaire y Agnusdei, 2000).

Otro factor importante es la calidad de la radiación incidente que también tiene efecto sobre la morfogénesis, ya que a menor relación R/RL se prioriza la asignación de recursos a la parte aérea. El aumento en la intensidad de luz promueve el macollaje, no por producción de sitios (TAF permanece constante), sino por un aumento de la disponibilidad de asimilados para el llenado de sitios (Casal et al., 1984).

Por otro lado, el agua es otro factor abiótico que tiene influencia en las características morfogénicas, ya que un déficit hídrico reduce el tamaño de la hoja afectando la TEF y la VMF, produciendo un aumento en la tasa de senescencia foliar (TSF) y una reducción en el macollaje.

En cuanto al agregado de nitrógeno y su respuesta en la TAF, existen autores con posturas diferentes. Lemaire y Whitehead, citados por Mangado y Saint-Girons (2017), afirman que depende directamente de la temperatura y que el efecto de la nutrición nitrogenada es mínimo.

Por otra parte, Marino (1996) sostiene que el agregado de nitrógeno aumenta la TAF mientras que, Hirata, citado por Arin et al. (2018), realizó un experimento con *Paspalum notatum* donde el agregado de nitrógeno causaba una disminución en la TAF.

Según Colabelli et al., citados por Mangado y Saint-Girons (2017), el nitrógeno tiene un efecto positivo sobre la TAF y promueve el macollaje generando la activación de las yemas axilares para que se transformen en macollos.

Debido a que las diferentes especies varían en el comportamiento en cuanto a su morfogénica, van a diferir en el tiempo que requieren para alcanzar su máxima capacidad de acumulación de forraje y por lo tanto cada especie va a contar con una frecuencia de defoliación que optimiza la cantidad de tejido cosechable. Por lo tanto, es necesario realizar un manejo de pastoreo dependiendo de la especie presente y su aptitud para diferentes sistemas de defoliación (cortes o pastoreos rotativos, pastoreo continuo, Agnusdei et al., 1998).

Las estrategias de manejo de la pastura deben tener en cuenta las características morfogénicas de las plantas dominantes en la pastura. El pastoreo altera las relaciones competitivas entre las especies al afectar de manera diferente a cada una de ellas y

modifica la expresión de los mecanismos de rebrote, a favor de unas y en detrimento de otras. Como consecuencia se ven cambios en la composición botánica que pueden afectar la cantidad, calidad y estacionalidad de la producción de la pastura y por ende afectar la producción animal (Nabinger y de Faccio Carvalho, 2009).

Según Cangiano et al. (1997), las gramíneas tienen una estructura morfológica muy semejante entre especies de esta familia y están constituidas por uno o más tallos denominados macollos. Han conseguido adaptarse y distribuirse ampliamente con éxito debido a su estructura y hábito de crecimiento, y la posición del ápice del tallo que se encuentra próximo a la superficie del suelo, por debajo del nivel alcanzado por el diente animal. La iniciación de nuevos macollos que remplacen a los dañados (macollaje) funciona como un mecanismo de defensa en estas especies (Langer, 1981).

## 2.4 CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES

### 2.4.1 Raigrás

#### 2.4.1.1 Características

El raigrás se presenta como una gramínea invernal C3, con un hábito de vida que puede ser anual o perenne, pudiendo florecer entre setiembre y octubre, y semillar entre noviembre y enero. Sus hojas son vainas enteras con láminas planas, glabras, de cara abaxial lisa y muy brillante (Rosengurtt et al., 1970).

Tiene un hábito de crecimiento cespitoso, con buena producción de biomasa y desarrollo radicular. Consigue una buena adaptación a distintos tipos de suelo, aunque suele expresar mayor productividad cuando crece en suelos fértiles. Por ende, muestra variaciones de rendimiento según la fertilidad del suelo, pero presenta muy buenas entregas de forraje invierno–primaverales. Su valor nutritivo es alto y su apetecibilidad es muy buena, si bien se destaca un rápido descenso del valor nutritivo posterior a la emergencia de la inflorescencia ya que se vuelven toscas y son rechazadas con excepciones. Posee capacidad de semillazón buena y fácil resiembra en la medida que se incrementa la fertilidad del suelo, esto resulta de importancia ya que la especie tiene la necesidad de reimplantarse anualmente debido a que no cuenta con reproducción asexuada ni perennidad en los casos de cultivares anuales (Carámbula, 2002a).

La especie presenta rápida germinación incluso existiendo condiciones de estrés hídrico que para otras especies se presentan como limitantes (Bologna y Hill, 1993).

Generalmente los tallos no tienen más de tres hojas al mismo tiempo y para la aparición de una nueva hoja se requiere la muerte (senescencia) de otra, o la defoliación, es decir existe cierto balance en el número de hojas (Colabelli et al., 1998).

Dutra de Moraes et al. (2013), mediante un experimento, estudiaron la variación del enmalezamiento (No. de plantas) en un cultivo de maíz, utilizando diferentes cultivos de cobertura como antecesor (raigrás, nabo forrajero, trébol vesiculosum y barbecho), los autores concluyen que cuando la cobertura es raigrás se obtiene un menor enmalezamiento en el cultivo y el desempeño productivo del maíz es favorecido obteniendo un mayor número de granos por espiga.

Según Agostinetti et al. (2000), este resultado se explica por la alta cobertura del raigrás y por el efecto alelopático que afecta a las malezas. A su vez, otro factor importante es la menor degradación de la paja debido a su alta relación C/N comparado con las otras coberturas.

Pauletti (2015) indica que es necesario matar el raigrás 60 días antes de la siembra del cultivo de verano para asegurar que se haya descompuesto y se eliminen los posibles efectos alelopáticos (liberación de diferentes compuestos bioquímicos que inhiben el crecimiento de otras plantas).

El raigrás además cumple un rol importante en la conservación de suelos, ya que debido a su sistema radicular denso y fibroso consigue proteger los agregados del suelo durante la estación de crecimiento (invierno) resultando en una mejor estructura a la siguiente primavera (Hermawan y Bomke, 1997).

En Uruguay, el raigrás es utilizado principalmente como verdeo de invierno, pudiendo sembrarse solo o en mezcla con avena con el fin de diversificar los momentos de mayor producción de materia seca. Sin embargo, por su gran capacidad de competencia frente a otras gramíneas, su agresividad y alta producción de semilla es considerado también como una de las principales malezas en cultivos de invierno (Félix y Urioste, 2016).

Félix y Urioste (2016) también destacan que esta especie ha conseguido prosperar siendo una maleza muy exitosa gracias a ciertas características que se encuentran en una base genética heterogénea que le ha permitido adaptarse a las distintas medidas de manejo. Esto, debido a que es una especie alógama, en la que sus individuos son predominantemente heterocigotos formando poblaciones heterogéneas. Así han conseguido evolucionar y propagarse con gran habilidad competitiva, adaptándose a las medidas de manejo usadas comúnmente.

La falta de rotación en el uso de herbicidas como principal factor de un mal manejo, ha generado a una intensa selección de biotipos adaptados a sobrevivir a las aplicaciones. Otro factor de importancia fue la utilización de semilla no certificada, que pudo haber contribuido a la dispersión de ciertos biotipos indeseados por presentar dificultad de control (Félix y Urioste, 2016).

Respecto a la fertilización Zanoniani y Noëll (2003b) categorizan al *Lolium multiflorum* como una especie con una muy alta respuesta a la fertilización nitrogenada cuando la siembra se realizó temprano y la fertilización se realizó en estado reproductivo. Con fecha de siembra intermedia, pero en estado vegetativo y en mezcla, la respuesta a la fertilización nitrogenada resulta menor, pero se puede caracterizar como alta.

Como características sanitarias esta especie se muestra poco afectada por roya y pulgón (Carámbula, 2002a).

#### 2.4.1.2 Siembra

Las recomendaciones respecto a la densidad de siembra son de 20-30 kg/ha en caso de ser siembras puras, de 10-15 kg/ha para mezclas con avena o centeno, y de 3-5 kg/ha en mezclas mixtas con forrajeras perennes (Carámbula, 2002a).

Pritsch (1980) asevera que el raigrás consigue mayores rendimientos totales de materia seca en épocas de siembra más tempranas, en otoño, se recomienda sembrar tempranamente para luego disponer de forraje para pastorear lo más temprano posible y poder completar los procesos de floración y semillazón exitosamente. Existe la probabilidad que en estas situaciones el desarrollo radicular pueda verse reducido, pero al avanzar la época otoño-invernal las raíces se reponen y se extienden debido a la disminución gradual de la temperatura y a la mejor disponibilidad hídrica.

Por lo general al atrasar la fecha de siembra, el suelo presenta una mayor saturación de agua y por ende disminuye su oxigenación, pudiendo causar inhibición en el crecimiento de las raíces a fines del invierno y principios de primavera, distorsionando la relación parte aérea/raíz y provocando una disminución en la producción de forraje para la época. Derivando esto, en una mayor susceptibilidad a posibles condiciones de déficit hídrico a comienzos de primavera (Carámbula, 2002b).

#### 2.4.1.3 Macollaje

Con respecto al macollaje en esta especie Casal et al. (1984), realizaron ensayos para evaluar el efecto de la calidad de la luz sobre el crecimiento y la capacidad de producir nuevos macollos en raigrás anual bajo dos fuentes de luz con similar radiación fotosintéticamente activa, pero con relaciones de rojo/rojo lejano diferentes, utilizaron un canopeo mediante sombreo con habas para simular baja relación R/RL y se realizaron los experimentos en dos estados de desarrollo: macollos pequeños con solo una hoja expandida y plantas en pleno macollaje. En ambos casos se obtuvo como resultado que la tasa de macollaje aumentó con altas relaciones de R/RL (bajos niveles de canopeo).

Además, Casal et al. (1984) indican que en la medida que la densidad del canopeo aumenta, se consigue menor intercepción de luz por macollo y entonces el

efecto fotomorfogénico de la relación rojo/rojo lejano menor disminuye la capacidad de producir nuevos macollos.

#### 2.4.1.4 Clasificación

Cabe mencionar que la especie presenta una gran variabilidad de cultivares en cuanto a ciclo de crecimiento, nivel de ploidía, y requerimientos de frío para florecer. Si bien se pueden definir cuatro grandes grupos (con variabilidad dentro de los mismos) clasificando y definiéndolos por requerimiento de frío para alcanzar la floración (con y sin) y nivel de ploidía ( $2n$  y  $4n$ ) y sus diferentes combinaciones en estas características (Labandera y Stewart, citados por Carámbula, 2002a).

Los atractivos atributos que posee esta forrajera la han posicionado como objetivo de la creación y desarrollo de cultivares tetraploides mediante el uso de colchicina, estos presentan diferentes ventajas y desventajas frente a los diploides y constituyen nuevas opciones dentro de la oferta de raigrases (Carámbula, 2002a).

Respecto a la ploidía, en la naturaleza se presenta como diploide ( $2n = 2x = 14$  cromosomas). La poliploidía inducida por el tratamiento con colchicina data 1939 reportada por Myers (Nair, 2004). Los cultivares tetraploides ( $2n = 4x = 28$  cromosomas) han sido ampliamente sembrados en Europa, principalmente debido a sus efectos beneficiosos para la ingestión y el rendimiento que consiguen en la performance animal (Hageman et al., citados por Nair, 2004).

Los tetraploides se diferencian de los diploides porque tienen menos macollos, pero de mayor tamaño, hojas más anchas, largas y de color más oscuro, mayor humedad, con órganos vegetativos y reproductivos más grandes, y semillas más grandes. En las mismas condiciones, son más palatables que los diploides (mayor consumo), presentan un funcionamiento ruminal más eficiente (menos pared celular) y por tanto dan mayor producto animal (3-5 %). Por otro lado, la experiencia indica que los tetraploides requieren mayor fertilidad y humedad del suelo para expresar su potencial y un manejo del pastoreo más ajustado y mayor altura del forraje remanente (Gutiérrez y Calistro, 2013).

Dentro de las diferencias en favor de los tetraploides Carámbula (2002a) destaca como principales, la presencia de ciclos más largos, mayor apetecibilidad por contener mayor contenido de carbohidratos solubles, si bien la producción total de materia seca es similar presentan mayor calidad del forraje primaveral y mayor vigor inicial por un mayor tamaño de semilla.

Según Carámbula (2002a) las variedades tetraploides poseen como desventaja una menor resistencia al pastoreo, menor capacidad de semillazón, menor resiembra natural y persistencia, menor contenido de materia seca y paredes celulares más gruesas,

por lo que necesitan un pre marchitamiento más prologando cuando se destina a heno y ensilaje, y, por último, mayores requerimientos de fertilidad de suelo.

En cuanto a los requerimientos de frío para florecer, se diferencian dos tipos de cultivares, los de tipo *westerwoldicum* (no alternativos) que se caracterizan por florecer ante los días largos y por no poseer requerimientos de frío para florecer (no presentan vernalización). Ejemplos de este grupo son: LE 284 e INIA Cetus. En el otro grupo aparecen los de tipo *multiflorum* (alternativos) que sí poseen requerimientos de frío para florecer, por lo que, de no darse las condiciones, pueden comportarse como bianuales ya que en siembras tardías no cumplen los requerimientos. Por ejemplo, INIA Titán (Carámbula, 2002a).

#### 2.4.1.5 Utilización

Los raigrases anuales se ubican como una de las gramíneas predilectas de los productores para constituir praderas tanto de corta (bianuales) como de larga duración (perennes) con el fin de darles precocidad en el año de siembra, con la posibilidad de destinarlos a reservas forrajeras como pueden ser ensilajes, henolajes y henificación (Carámbula, 2002a).

Referido al pastoreo, aparece como una planta rústica, agresiva y muy macolladora, con la capacidad de soportar perfectamente tanto el pisoteo como el diente del animal, además de ofrecer un buen piso (superior al que brindan los cereales, debido a su amplio sistema radicular superficial) y rápido rebrote (gracias a su activo proceso de macollaje, Carámbula, 2003).

Soporta pastoreos intensos gracias a su alto número de macollas y a que presenta un excelente rebrote (Carámbula, 2002a). Se puede utilizar el número de hojas por macollo como un indicador del estado fisiológico de la planta en términos de niveles de energía de reserva necesarios para el rebrote y de adecuada calidad para la nutrición animal (Donaghy y Fulkerson, 2001).

Debe de resaltarse la necesidad de conseguir que la luz llegue a la base de las pasturas mediante pastoreos severos, para conseguir la estimulación de la actividad de las yemas apicales y así aumentar la densidad de las pasturas mediante el macollaje (Casal et al., 1984).

Casal et al. (1984), indican que las especies cespitosas como esta, basan su perennidad y éxito ecológico en el número de macollos que logran producir y en la supervivencia de estos, al mantenerse altas la pasturas se verían sumamente afectadas ante la imposibilidad del ingreso de la luz a la base de estas.

#### 2.4.1.6 Raigrás Ration y Montoro

Estas dos variedades anuales son propiedad de la empresa Procampo.

El raigrás Ration (cv. HFSS 2016) es una variedad diploide de tipo westerwoldicum, de ciclo intermedio, seleccionado por su muy buen crecimiento inicial, excelente sanidad y muy buena producción de semilla.

El raigrás Montoro (cv. EXP MO 2016) es un raigrás tetraploide de tipo italiano, de ciclo largo y grupo de maduración temprana con buena producción de MS total, posee una buena sanidad con resistencia a roya y al marchitamiento bacteriano (DSV Semillas, 2019).

Castro et al. (2016), citan producciones acumulada para estos cultivares de 8,24 y 8,98 tt/ha para Ration y Montoro respectivamente.

#### 2.4.2 Trébol rojo

##### 2.4.2.1 Características

El trébol rojo (*Trifolium pratense*) es una especie proveniente de Europa, Oeste de Asia y Noroeste de África que tiene hábito de vida perenne en zonas frías y presenta una vida más corta en ambientes más cálidos, a su vez, se ha naturalizado en muchas áreas de América (Gallego et al., 2013). Es una leguminosa bianual invernal, pudiéndose comportar en ocasiones como perenne, pero es mayormente considerada una especie bianual (Carámbula, 2002a).

Se considera bianual debido a que en el primer verano se pierden muchas plantas por el efecto de una o más enfermedades de raíz y corona (Carámbula, 2002a). Otro factor que interfiere en la persistencia es la errática resiembra natural (García et al., 1991).

Posee un crecimiento similar a *Medicago sativa* (Carámbula, 1977). Su raíz pivotante le confiere tolerancia al déficit hídrico, aunque en menor medida que lotus y alfalfa, respondiendo en forma notable al riego (Carámbula, 2002a). El trébol rojo es bastante exigente en humedad, pero no soporta el anegamiento prolongado ni la sequía y presenta elevados requerimientos de fósforo (Ciampitti y García, 2012).

Está muy adaptado a suelos profundos de texturas medias y pesadas, con buen drenaje. En suelos arenosos o livianos es poco productivo. Es más tolerante a pH bajos que *Medicago sativa* (Carámbula, 2002a).

La sobrevivencia estival del trébol rojo es dependiente del comportamiento sanitario de la raíz y corona (Carámbula, 2002a). Presenta una baja persistencia debido a



la muerte de plantas por marchitez y podredumbre radicular (Altier, 1996). *F. oxysporum* es el principal género asociado a estas enfermedades, aunque los problemas son causados por complejos de varios patógenos (Altier, 2003). Otro factor que afecta la corona es la susceptibilidad al pisoteo excesivo debido a su superficialidad (Carámbula, 2002a). La persistencia depende en mayor medida de la perennidad de la planta original que de la resiembra (García et al., 1991).

Posee una alta producción otoño-invierno-primaveral, en veranos húmedos existe la posibilidad de una buena producción (Carámbula, 2002a). Es una especie forrajera que normalmente se incluye en sistemas intensivos de producción priorizando su precocidad (Formoso, 2007a).

El trébol se utiliza en mezclas forrajeras con gramíneas anuales y perennes. Cuando se utiliza en pasturas constituidas por gramíneas perennes, debe ir con una leguminosa perenne de vida larga como el trébol blanco que posea buena sanidad y que sea capaz de sembrarse naturalmente sin dificultades (Carámbula, 2002a).

#### 2.4.2.2 Siembra

La densidad de siembra indicada es 10 a 12 kg/ha para siembras puras y 4 a 8 kg/ha en siembra asociadas a otra/s especie/s (Carámbula, 2002a).

Posee un amplio rango de siembra, pero su fecha óptima es temprano en el otoño ya que las plántulas son sensibles al frío, tiene la ventaja de que presenta muy buen vigor inicial y rápido establecimiento. Esto es una ventaja competitiva que ocurre debido al tamaño de su semilla y que le da buen comportamiento en siembras en cobertura (Carámbula, 2002a).

Presenta una buena implantación cuando las siembras se realizan en otoño temprano (marzo-abril) tanto en siembras convencionales como en siembra directa, admite fechas de siembra que se puede extender hasta agosto inclusive (Ayala et al., 2010).

#### 2.4.2.3 Fijación biológica

Las leguminosas poseen una característica de importancia como es el aporte de nitrógeno por parte de la fijación biológica (Carámbula, 1977). Estas fijan el nitrógeno atmosférico, volviéndolo disponible rápidamente para el crecimiento de la planta huésped, y en segunda instancia, para la gramínea que crece asociada a la leguminosa (Langer, 1981).

El trébol es una especie con alta capacidad de fijación de nitrógeno (Muslera y Ratera, 1984), por lo que su inclusión en el sistema mejora el balance de nitrógeno

mejorando las propiedades químicas del suelo y generando un efecto positivo en la otra especie que conforma la mezcla (Carámbula, 2002a).

La cepa U204 (= U28 MGAP, = CIAT 2455) de *Rhizobium leguminosarum* sv *trifolii* introducida desde Estados Unidos, es la que se utiliza como inoculante comercial para trébol rojo y blanco desde 1967 (MGAP, 2008).

#### 2.4.2.4 Clasificación

Dentro de esta especie se clasifican los cultivares según el momento de floración, se agrupan en tres categorías: el primer grupo son los cultivares de floración temprana o sin latencia que se distinguen por un crecimiento temprano en primavera y se ajusta bien a pasturas de vida corta que requieren suelos de alta fertilidad, dentro del segundo grupo se identifican los de floración intermedia o latencia intermedia que florecen dos semanas después en comparación a los anteriores y son más tardíos en su producción primaveral y más persistentes, y, por último, los cultivares de floración tardía o con latencia que florecen aproximadamente un mes después que los primeros, su crecimiento primaveral es tardío y son los de mayor persistencia por lo que se usan en praderas de vida media a larga y poseen un buen rebrote (Carámbula 2002a, Ayala et al. 2010).

#### 2.4.2.5 Utilización

Es una especie de tipo productivo fino y su producción de materia seca en dos años puede alcanzar las 17 tt/ha teniendo una distribución de 10, 15, 50 y 25 % en otoño, invierno, primavera y verano respectivamente (Carámbula, 2002a).

En cuanto a la utilización de esta especie, por lo general se utiliza bajo pastoreo, se destaca por su buen valor nutritivo en etapas tempranas del desarrollo, soporta mejor pastoreos rotativos o cortes que pastoreos continuos, admite pastoreos intensos (hasta 5 cm) pero poco frecuentes (18-24 cm o 60 días) ya que de lo contrario puede verse reducida su productividad, es por esto que no se recomiendan pastoreos con ovinos que provocan la muerte de plantas en verano, por el contrario, en vacunos puede hacer aportes muy importantes particularmente en sistemas de producción intensiva como tambos, en los que los pastoreos deben ser realizados en forma rotativa (Carámbula 1977, 2002a).

Luego de una defoliación, rebrota a partir de la corona y de los entrenudos basales de tallos desarrollados. Los tallos se alargan en primavera, durante el otoño y el invierno, permanecen en forma de roseta. En el invierno y el verano son más bajos los niveles de reservas en la raíz por lo que se ve afectada la producción y la persistencia así que debe realizarse un manejo del pastoreo rotativo para recuperar las reservas (Carámbula, 1977).

Otra utilización posible es el ensilaje, se trata de la leguminosa más adecuada para ser ensilada, aun temprano en su ciclo, ya que presenta en comparación a la alfalfa una muy buena digestibilidad asociada a un contenido de proteína apenas inferior y un contenido de glúcidos más alto. Se ensila en 50 % de floración (Carámbula, 2002a).

Es aconsejable la mezcla con una gramínea como *Lolium multiflorum*, para mitigar su alto poder meteorizante y su actividad estrogénica causada por isoflavonas que pueden reducir la fertilidad en animales (Muslera y Ratera, 1984), aprovechando que tiene la ventaja de tolerar el sombreado (Carámbula, 2002a).

#### 2.4.2.6 Cultivar LE 116

Es un cultivar diploide de *Trifolium pratense* de uso público mantenido por INIA que surge a partir de una selección de materiales neozelandeses introducidos en Uruguay, en la actualidad es una de las variedades más utilizadas por los productores. Como características principales se destaca que es bianual, aunque en ocasiones aporta forraje en el tercer año, es de floración temprana o sin latencia, de ciclo corto y porte erecto a semierecto lo que facilita el aprovechamiento animal. Es un material muy adaptado al pastoreo por su excelente rebrote y rápida producción de tallos por lo que es muy recomendado en rotaciones cortas que se ajustan mejor a su persistencia y permiten aprovechar su destacada precocidad y su alta producción de forraje otoño-invernal que cuenta con un pico máximo en noviembre (Ayala et al., 2010).

Este cultivar no es la excepción en cuanto al principal problema que tiene esta especie en el país que es la persistencia. Generalmente no sobrevive luego de la primavera del segundo año debido a la alta susceptibilidad al ataque de patógenos, siendo la principal causa de muerte la podredumbre de raíz. Es por esto que la producción en el tercer año tiene comportamiento errático. La baja persistencia contrarresta la oferta de forraje del cultivar durante los dos primeros años (García, 1992).

En el segundo verano baja la producción debido a que se reduce el stand de plantas por la incidencia de podredumbres radicales debido a las altas temperaturas y déficit hídricos (Ayala et al., 2010).

El cultivar LE 116 es uno de los más productivos considerando el rendimiento total de los dos primeros años (García, 1992). Rebuffo et al. (1996) obtuvieron rendimientos de 5300 y 14300 kg MS/ha para el primer y segundo año respectivamente.

Se trata de un cultivar con una destacada precocidad y alta producción invernal y total, característica que lo diferencia de los cultivares con latencia (Ayala et al., 2010).

## 2.5 EFECTO DE LA MEZCLA DE ESPECIES

Una mezcla forrajera se define como una población artificial de varias especies diferentes que interactúan produciendo un proceso complejo de interferencias. El propósito de instalar una pastura es lograr un balance entre gramíneas y leguminosas, se acepta una composición de 60 a 70 % gramíneas, 20 a 30 % leguminosas y 10 % de malezas (Carámbula, 2002a).

Gramíneas y leguminosas puras no constituyen pasturas ideales pero su mezcla entrega una pastura equilibrada nutricionalmente, por lo que una alta productividad de las leguminosas en una pastura dominada por gramíneas tiene importancia económica básica (Carámbula, 2002a).

Las mezclas pueden clasificarse en simple cuando está conformada por una mezcla ultrasimple (una gramínea y una leguminosa del mismo ciclo) más una gramínea o leguminosa de ciclo complementario; o como compleja cuando está compuesta por varias gramíneas o leguminosas del mismo ciclo, o de ciclos complementarios (Carámbula, 2002a). En el caso de este experimento la mezcla raigrás – trébol rojo es una mezcla ultra simple.

Algunos de los motivos por los que se explica el uso de una mezcla en lugar de cultivos puros son su mayor producción y uniformidad estacional, su menor variabilidad interanual, la mayor calidad nutricional y el menor riesgo de meteorismo (Scheneiter, 2005).

Según Carámbula (2002a) las gramíneas constituyen el volumen más importante de forraje para los animales, pero su alta producción es dependiente del nitrógeno, por esto se realiza la siembra asociada con leguminosas o la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

Las gramíneas aportan productividad sostenida, adaptación a muchos tipos de suelo y facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuadas, explotan el nitrógeno simbiótico, mejoran la estabilidad en la pastura, están adaptadas al pastoreo y a los cortes. Presentan adaptación inherente a condiciones adversas (competencia, fuego, pastoreo) y se caracterizan por la supervivencia bajo situaciones de agresividad; debido a su biología y estructura muy particular (Carámbula, 2002a).

Las leguminosas, aportan nitrógeno a las gramíneas, tienen un alto valor nutritivo (proteínas y minerales), poseen alta digestibilidad, promueven una elevada ingestión voluntaria y mejoran la fertilidad en suelos (Carámbula, 2002a).

Según Carámbula (2002a) las gramíneas tienen algunas ventajas con respecto a las leguminosas, entre ellas, que se adaptan muy bien a la mayoría de los suelos, no producen meteorismo, generalmente tienen pocos ataques de plagas y enfermedades,

permiten controlar las malezas de hoja ancha más fácilmente y proveen materia seca a las pasturas a lo largo de todo el año.

La asociación de muchas especies con requerimientos de manejo diferentes es compleja y puede generar inconvenientes que determinen menores rendimientos y persistencia de la mezcla (Blaser et al., Huston et al., Wardle et al., Carrillo, citados por Formoso, 2011).

Mientras más especies compongan la mezcla, más difícil será mantener el balance entre sus componentes; naturalmente se da la dominancia de ciertas especies en detrimento de otras según las condiciones predominantes (Carámbula, 2002a).

Animales que pastorean en mezclas presentan un mayor consumo que en siembras puras, mostrando una mayor apetecibilidad por el forraje. Otra ventaja asociada al uso de la mezcla es que se evita problemas nutricionales y fisiológicos como el meteorismo que es frecuente pastoreando leguminosas puras, la hipomagnesemia y la toxicidad por nitratos (gramíneas puras, Herriott, citado por Carámbula, 2002a).

## 2.6 DATOS NACIONALES SOBRE IMPLANTACIÓN

Según MGAP. DIEA (2017), el área sembrada con praderas perennes en Uruguay disminuyó de 1374,1 a 1141,4 miles de hectáreas de 2008 a 2016 debido en gran parte a su escasa persistencia. A su vez, se produjo un aumento en el área de verdeos que paso de 355,2 a 534,8 miles de hectáreas en este mismo período. Esta tendencia en el aumento de los verdeos impulso el interés de investigadores para la búsqueda de nuevos datos e información sobre la implantación de estos.

Carámbula (1991), define la implantación como una fase crítica en la producción y el establecimiento de las especies forrajeras en Uruguay. Presenta resultados donde en años considerados normales el 28 % de las pasturas presentan problemas para conseguir una implantación exitosa, mientras que años que podrían considerarse malos por condiciones adversas este valor puede alcanzar el 60 %.

En un experimento realizado por Moliterno (2000) en la EEMAC localizada dentro de la formación Fray Bentos sobre la unidad de suelos San Manuel se midió el establecimiento de cinco mezclas forrajeras a los 40 dps donde se obtuvieron valores menores al 50 %, excepto en las mezclas que incluyeron raigrás que apenas superaron dicho valor.

Fariña y Saravia (2010), en la EEMAC también evaluaron la implantación de dos mezclas compuestas por tres especies forrajeras cada una: 1) *Lolium perenne*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens*, 2) *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens*, donde a los 60 dps se obtuvo un 45 % de implantación

aproximadamente, destacando que en este experimento las condiciones térmicas estuvieron por encima del promedio histórico.

Resultados similares a estos constataron Aclé y Clement (2004), que trabajaron con seis mezclas forrajeras obteniendo valores de implantación del 46 % a los 50 dps, notaron que el mejor comportamiento lo tuvo la mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* que consiguió una implantación cercana al 63 %.

Gomes de Freitas y Klaassen (2011), en su evaluación de implantación de las mezclas: 1) *Dactylis glomerata*, *Medicago sativa*, 2) *Schenodorus arundinaceus*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* obtuvieron valores de 47, 39 y 38 % a los 30, 60 y 90 días respectivamente para el total de las mezclas a pesar de que las lluvias durante la época fueron buenas. El porcentaje de implantación final de este experimento aparece como mayor al obtenido en predios comerciales que fue del orden de 28 %. El comportamiento de las gramíneas es similar observándose que tanto en festuca como dactylis se reduce entre 15 a 20 puntos porcentuales entre los 30 y 90 dps. En cuanto a las leguminosas, el porcentaje de implantación se mantuvo o aumentó entre los 60 y los 90 dps, los autores hacen referencia a que estos valores podrían deberse al efecto de las semillas duras que es una característica de las leguminosas como *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

Distintos resultados son los obtenidos por Brito del Pino et al. (2008), donde consiguieron un valor de implantación para mezclas de gramíneas perennes y leguminosas de 28,1 % a los 90 dps medido en un total de 58 chacras sobre suelos cristalinos. En este relevamiento se observó que cuando se incluían especies anuales (*Lolium multiflorum*) se reducía la implantación de las gramíneas perennes pasando de un 32 % a 18 %, por otro lado, las leguminosas no mostraron ningún cambio.

Blanco (2008), obtuvo valores menores situándose entre 17 y 20 % de implantación, explicando que los bajos niveles de establecimiento están relacionados a la faltante de precipitaciones a la siembra, las bajas temperaturas que se registraron al comienzo de la evaluación y la aparición de raigrás espontáneo.

Más cercano en el tiempo, Palacio (2015), llevó a cabo un estudio en la Unidad de Suelos Itapebí-Tres Árboles en la Estación Experimental de San Antonio, Salto, donde midió la implantación de cuatro mezclas forrajeras con gramíneas perennes con y sin riego, estas mezclas eran: 1) *Bromus auleticus* y *Lotus corniculatus*, 2) *Schenodorus arundinaceus*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, 3) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, y, 4) *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus*. El promedio de implantación de las mezclas a los 56 dps fue 35 %.

Berasain et al. (2015), realizaron un experimento que se llevó a cabo en el potrero 32a de la EEMAC donde se evaluaron tres mezclas forrajeras: 1) *Festuca*

*arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, 2) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, 3) *Lolium perenne* y *Trifolium pratense*. El resultado promedio de implantación para las tres mezclas evaluadas fue de 35,5 % a los 90 dps. No variando significativamente entre los 30, 60 y 90 dps.

Dubourdieu y Frache (2016), presentaron un trabajo realizado en la EEMAC donde la implantación general obtenida en el experimento fue de 63 % a los 30 días, y de 47 y 45 % a los 60 y 90 días respectivamente. Dentro de las mezclas analizadas estaban: *Dactylis glomerata*, cv. Perseo, junto con *Medicago sativa* cv. Chaná y las otras tres mezclas estaban compuestas por *Trifolium repens* cv. Zapicán junto con *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel y *Festuca arundinacea* utilizando un cultivar diferente (Brava, Tacuabé y Tuscany) en cada mezcla.

García-Favre et al. (2017) realizaron un experimento que abarcó 180 sitios en los departamentos de Florida, Durazno y Lavalleja, en el que midieron el porcentaje establecimiento a los 90 dps en tres tipos de mezclas: a) gramíneas y leguminosas perennes; b) gramíneas y leguminosas perennes con raigrás anual; c) gramíneas y leguminosas perennes con trigo. Las gramíneas anuales, trigo y raigrás anual, obtuvieron mejores establecimientos (50 %), mientras que gramíneas perennes, trébol blanco y trébol rojo tuvieron un establecimiento promedio de 24,5 %. Por último, el establecimiento promedio para todos los sitios y especies fue de 29,2 %.

“Los resultados de implantación obtenidos a nivel nacional son bajos al compararlos con cultivos agrícolas, con coeficiente de logro que promedian 30 %. Es decir, menos de la tercera parte de la semilla sembrada se convierte en planta a los 90 días de la siembra” (Zanoniani y Lattanzi, 2017).

Mangado y Saint-Girons (2017), trabajaron sobre la implantación de verdes puros y en mezcla con leguminosas obteniendo un 94, 80, 77 y 66 % a los 36, 52, 66 y 79 dps respectivamente. El porcentaje de implantación promedio final fue de 66 % a los 90 días.

Arin et al. (2018), presentaron un experimento realizado en la EEMAC donde se evaluó el efecto de la incorporación de especies leguminosas y de nitrógeno sobre la implantación del raigrás. Para esto se realizaron mediciones pos siembra del número de plantas a los 36, 54, 68 y 78 dps. Las mediciones arrojaron un valor promedio de implantación a los 78 días de 32 %. Citan además que el raigrás presentó un aumento en la implantación al estar sembrado junto con una leguminosa (40 %).

Por último, Etcheverry et al. (2020), evaluaron en la EEMAC dos mezclas de gramínea y leguminosa, siendo estas, 1) *Festuca arundinacea*, y *Lotus corniculatus*, 2) *Lolium multiflorum*, y *Trifolium pratense*, bajo tres métodos de siembra, obteniendo un promedio general de 37 % a los 99 dps.

## 2.7 HIPÓTESIS DEL TRABAJO

La utilización de una mezcla promueve un mayor número de plantas que se establecen en el período de implantación en relación con un verdeo puro de raigrás.



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

##### 3.1.1 Localización y descripción del experimento

El trabajo fue realizado en UdelaR. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental “Mario A. Cassinoni”) ubicada en Paysandú, Uruguay. Localizada en el km 363 de la Ruta 3, a 6 km aproximadamente de la ciudad de Paysandú. El período experimental abarcó desde el mes de abril hasta mediados de julio del 2019.

El experimento se realizó en el potrero No. 15 (32°23'21.58"S de latitud Sur y 58° 2'37.44" de longitud Oeste) que pertenece al área de evaluación de riego en pasturas. Ocupa un área aproximada de 0,56 ha y está dividido en 12 parcelas de aproximadamente 470 m<sup>2</sup>. Según Altamirano et al. (1976) el experimento se encuentra sobre la Unidad San Manuel que se corresponde a la formación geológica Fray Bentos.

##### 3.1.2 Antecedentes del área experimental

El experimento fue sembrado sobre un campo bruto con 120 días de barbecho aproximadamente. El 2 de abril se realizó la siembra de dos tratamientos de *Lolium multiflorum* puros (Ration y Montoro) y de una mezcla de *Lolium multiflorum* cultivar Ration, *Lolium multiflorum* cultivar Montoro y *Trifolium pratense* cultivar LE116.

El barbecho químico se realizó con una dosis de 4 l/ha de glifosato para luego proceder a la siembra en línea de los 3 tratamientos (sembradora Semeato), a una distancia entre hileras de 0,19 m y con una profundidad de siembra de 1 cm. Para la siembra de raigrás puro se utilizaron 20 kg/ha de raigrás Montoro (con un PMS de 3, 17 g) y 20 kg/ha de raigrás Ration (con un PMS de 1,95 g), mientras que para la mezcla forrajera se utilizaron 10 kg/ha de raigrás Ration, 10 kg/ha de raigrás Montoro y 6 kg/ha de trébol rojo (con un PMS de 1,8 g).

A la siembra se agregaron 35 unidades de N/ha y 40 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha para luego realizar una aplicación de urea azufrada al macollaje y luego de cada pastoreo.

Luego del primer pastoreo se realizó la aplicación de herbicidas con una mochila pulverizadora para controlar algunas malezas, se aplicó clopiralyd en una dosis de 0,1 –0,30 l/ha y 2-4 D-B1 con una dosis de 1,5 l/ha.

##### 3.1.3 Caracterización climática

Uruguay se ubica entre los 30-35 grados de latitud Sur, en una zona subtropical templada (CIAAB, citado por Castaño et al., 2011). La ausencia de sistemas orográficos

(montañosos) de gran magnitud lleva a que no existan grandes variaciones climáticas dentro del territorio (Castaño et al., 2011).

En Uruguay las medias de precipitación acumulada anual se sitúan entre 1200 y 1600 mm, los menores registros son en el Suroeste (Colonia) y los máximos al Noreste (Rivera y Artigas). El régimen de precipitaciones es isohigro (no existe una estación seca ni una estación lluviosa bien definida) y las medias acumuladas mensuales están entre 60-140 mm/mes. Las precipitaciones mensuales en un año particular se pueden alejar mucho de los promedios dada la gran variabilidad interanual (Castaño et al., 2011).

En cuanto a la temperatura, Castaño et al. (2011) definen para Uruguay una media anual de 17,7 °C alcanzando promedios de 19,8 °C en la zona Noroeste (Bella Unión) y de 16,6 °C en el Sur. Enero y febrero son los meses más cálidos mientras que los más fríos son junio y julio. Los promedios nacionales de temperaturas del aire extremas anuales son de 22,6 °C como máxima y 12,9 °C como mínima.

#### 3.1.4 Tratamientos

Se evaluaron tres tratamientos correspondientes a dos variedades de raigrás diploide (Ration) y tetraploide (Montoro) puros, y ambos en mezcla con leguminosa:

A) Raigrás Ration 10 kg/ha + raigrás Montoro 10 kg/ha + trébol rojo LE 116 6 kg/ha

B) Raigrás Montoro 20 kg/ha

C) Raigrás Ration 20 kg/ha

#### 3.1.5 Diseño experimental

El diseño experimental fue de Bloques Completos al Azar.

El área total donde se realizó el experimento fue de 0,56 ha. Se dividió el área en tres bloques, donde cada bloque fue dividido en cuatro parcelas, correspondientes a los tres tratamientos, teniendo la mezcla dos repeticiones.

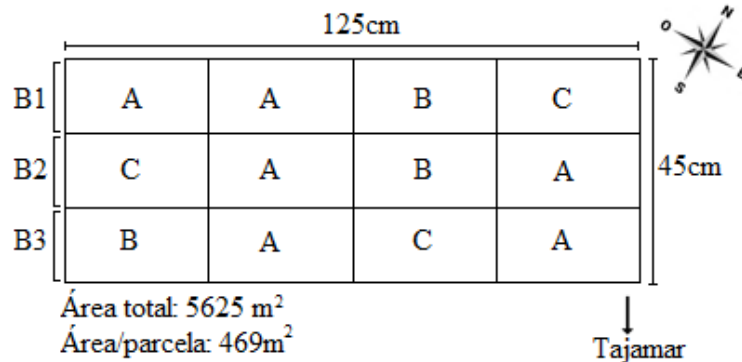


Figura No. 2. Croquis del experimento

### 3.1.6 Semillas viables sembradas

Para la obtención de este valor se utiliza la dosis de siembra ( $\text{g/m}^2$ ), el peso de mil semillas (g) y el porcentaje de germinación, estos dos últimos fueron proporcionados por la Facultad de Agronomía y por la empresa propietaria de ambas variedades de raigrás (Procampo). A partir de estos datos se estima la cantidad de semillas viables/ $\text{m}^2$  para posteriormente poder calcular el porcentaje de implantación.

Cuadro No. 2. Porcentaje de germinación, PMS, DS y semillas viables/ $\text{m}^2$  para la mezcla (A)

	% G	PMS (g)	DS ( $\text{g/m}^2$ )	S. viables/ $\text{m}^2$
Raigrás Ration	83	1,95	1	426
Raigrás Montoro	83	3,17	1	262
Trébol rojo LE 116	90	1,8	0,6	300
				<b>988</b>

Cuadro No. 3. Porcentaje de germinación, PMS, DS y semillas viables/ $\text{m}^2$  para raigrás puro (B y C)

	% G	PMS (g)	DS ( $\text{g/m}^2$ )	S. viables/ $\text{m}^2$
Raigrás Ration	83	1,95	2	<b>851</b>
Raigrás Montoro	83	3,17	2	<b>524</b>

### 3.1.7 Metodología experimental

Se midió el número de plantas a campo y en el laboratorio se tomaron datos de macollos/planta, hojas/macollo, altura de vaina, altura de lámina y peso de plantas. Los

registros de las mediciones se llevaron a cabo en cinco instancias, a los 27, 44, 57, 80 y 104 dps.

La posición de las mediciones dentro de cada tratamiento se marcó con 6 estacas fijas (repeticiones) por lo que se contó con una cantidad total de 72 muestras en todo el experimento para realizar las mediciones previamente especificadas. Las mediciones a campo se realizaban mediante un rectángulo de 0,2 m x 0,5 m por lo que abarca un área de 0,1 m<sup>2</sup>.

Figura No. 3. Estaca del experimento con el rectángulo de medición



La primera medición se realizó el 29/04/2019 (27 dps), se marcaron 72 muestras con estacas, ubicadas al azar, colocando 6 en cada unidad experimental y se comenzaron los conteos a campo del número de plantas de raigrás y de trébol rojo dentro del rectángulo de medición, no había comenzado el macollaje en las plantas de raigrás y se observaron pocas plantas de trébol en el tratamiento mezcla. Luego se procedía a extraer 6 muestras de raigrás al azar por cada parcela para realizar las mediciones de laboratorio, donde se registraban el número de macollos por planta, las hojas por macollo, la altura de vaina y lámina y el peso de la planta.

Este mismo procedimiento se realizó en cuatro oportunidades más, el 16/05/2019 (44 dps), el 29/05/2019 (57 dps), el 21/06/2019 (80 dps) y el 15/07/2019 (104 dps). Se intentó tomar las mediciones cada 15 días, pero por asuntos climáticos no fue posible en algunas ocasiones, más precisamente en la cuarta medición no se pudo cumplir con la cronología pautada en un principio y las condiciones climáticas provocaron la pérdida de algunas de las estacas del experimento.

## 3.2 VARIABLES EVALUADAS

### 3.2.1 Porcentaje de implantación

El porcentaje de implantación se calculó como la proporción de plantas que fueron cuantificadas a campo (en el rectángulo de medición de 0,1 m<sup>2</sup>) en relación con la cantidad de semillas viables que se utilizaron. Para realizar este cálculo se utilizó el número de plantas contados a campo y la información del porcentaje de germinación, el peso de mil semillas y las dosis de siembra con las que se calculó el número de semillas viables por m<sup>2</sup>.

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

Esta variable fue cuantificada a campo utilizando el rectángulo de medición de 0,2 x 0,5 m que se ubicaba en los 72 sitios de muestreo marcados con estacas y luego se estimó en el m<sup>2</sup>. Para la segunda medición en adelante, ante la imposibilidad de contar plantas debido a la densidad de macollos en la línea, se procedió a contabilizar macollos y dividirlos por el promedio de macollos/planta para cada tratamiento en cada medición y así obtener el número de plantas en la línea.

### 3.2.3 Macollos/m<sup>2</sup>

Se estimó a partir del conteo de los macollos a campo en el rectángulo de medición (0,1 m<sup>2</sup>), llevándolo luego a m<sup>2</sup>.

### 3.2.4 Macollos/planta

Esta variable fue evaluada en laboratorio, se contó el número de macollos de seis plantas de raigrás por parcela para llegar a un número promedio para cada tratamiento en cada medición. El que a partir de la segunda medición también se utilizaría para estimar el número de plantas/m<sup>2</sup>, ya que, como se mencionó anteriormente a partir de la segunda medición se contabilizaron a campo los macollos/m<sup>2</sup>.

### 3.2.5 Hojas totales/macollo

Se cuantificó la cantidad total de hojas vivas (sin tener en cuenta el grado de expansión, asumiendo que  $\geq 50$  % de tejido seco la hoja se encontraba senescente) de cada una de las plantas extraídas en el laboratorio, y se dividió por los macollos/planta obtenidos.

### 3.2.6 Altura de vaina y lámina

Se midió la altura de la vaina y la lámina en el laboratorio usando reglas para obtener promedios para cada tratamiento en cada medición de las seis plantas arrancadas

por parcelas, la medición se realizó con las láminas completamente expandidas obteniéndose una altura promedio tanto para vainas como para láminas (anexo No. 2).

### 3.2.7 Peso individual (gMS) y producción total de raigrás (ttMS/ha)

Se utilizó una balanza para obtener los pesos frescos individuales en gramos de cada una de las plantas enteras (parte radicular y aérea de forma conjunta).

Se colocaron las plantas extraídas del campo en un horno con circulación forzada de aire a 60° por 48 horas para de obtener el peso de la materia seca en gramos obteniendo el porcentaje de materia seca correspondiente.

Se promedió pesos secos individuales de plantas y se multiplicó por el número de plantas/m<sup>2</sup> para estimar la producción total de materia seca de raigrás por hectárea.

## 3.3 HIPÓTESIS

### 3.3.1 Hipótesis biológica

La utilización de raigrás con diferentes niveles de ploidía, puro o en mezcla puede variar el comportamiento productivo, la implantación y la forma de crecimiento bajo pastoreo.

### 3.3.2 Hipótesis estadística

Ho: T1=T2=T3

Ha: existe al menos algún efecto tratamiento distinto al resto.

## 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Mediante el uso de la herramienta informática INFOSTAT se determinó el análisis de varianza entre tratamientos, bloques y mediciones (°Cd). Para los casos donde existan diferencias entre ellos, se realiza un análisis comparativo de medias Tukey con una probabilidad de 10 %.

Para realizar el análisis estadístico se optó por establecer dos etapas de estudio, una abarcando la implantación, que comprende hasta los 57 dps (tres primeras mediciones) y luego otra para estudiar la forma de crecimiento bajo pastoreo usando como covariable la tercera medición que se realizó previo al inicio de los pastoreos, desde los 57 dps hasta los 104 dps. No se utilizaron los datos de la cuarta medición (80 dps) debido a que al momento de su realización un bloque estaba siendo pastoreado, imposibilitando la toma de registros y haciendo que el resto de los datos no sean representativos.

Para el análisis del período de establecimiento (comprendido entre 57-104 dps) posterior al inicio del pastoreo se utilizó las variables de la quinta medición (realizada a los 104 dps) y como covariable el número de plantas/m<sup>2</sup> de raigrás de la tercera medición (57 dps), debido a que se consideró como la más representativa, siendo esta la última previa al inicio de los pastoreos. Los pastoreos se realizaron en dos ciclos, el primero donde pastorearon 18 días tanto la mezcla como los puros, y el segundo donde se pastorearon 10 días los puros y 18 días la mezcla, con 4 grupos de 3 animales por tratamiento, de raza Holando de aproximadamente 3 meses y un peso promedio de 87 kg.

Para calcular la producción total acumulada/ha se utilizó el peso total de la planta, se calculó utilizando el peso promedio de cada tratamiento (tanto a los 57 como a los 104 dps) multiplicado por la estimación del número de plantas/ha que existirían en cada tratamiento (a los mismo dps), teniendo en cuenta que es producción total (y no aérea) porque el seco de la planta incluía el sistema radicular.

#### 3.4.1 Modelo estadístico

El modelo utilizado es un modelo lineal general.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + B_j + \alpha_k + \xi_{ijk}$$

Siendo estas:

$Y$  = corresponde a la variable de interés.

$\mu$  = es la media general.

$t_i$  = es el efecto de la  $i$ -ésimo tratamiento, 1 2 3.

$B_j$  = es el efecto del  $j$ -ésimo bloque, 1 2 3.

$\alpha_k$  = es el efecto del  $z$ -ésimo momento, 1 2 3.

$\xi_{ijk}$  = es el error experimental.

Modelo de implantación y crecimiento:

$$Y_{ij} = \mu + covM3 + t_i + B_j + \xi_{ijk}$$

Siendo estas:

$Y$  = corresponde a la variable de interés.

$\mu$  = es la media general.

covM3 = covariable No. plantas Rg/m<sup>2</sup> del momento 3.

$t_i$  = efecto de i-ésimo tratamiento, 1 2 3.

$B_j$  = es el efecto del j-ésimo bloque, 1 2 3.

$\xi_{ijk}$  = es el error experimental.

De manera de poder predecir el comportamiento de las variables estructurales medidas durante la etapa de implantación se ajustaron regresiones lineales o cuadráticas teniendo en cuenta la acumulación térmica y dps. Los modelos utilizados fueron los siguientes:

$$Y_i = \beta_1 x + \beta_0$$

$$Y_i = \beta_2 x^2 + \beta_1 x + \beta_0$$

donde Y: variable de interés. Mientras, X: variable explicativa. Las medias fueron comparadas usando el test LSD Fisher con  $P < 0,1$ .



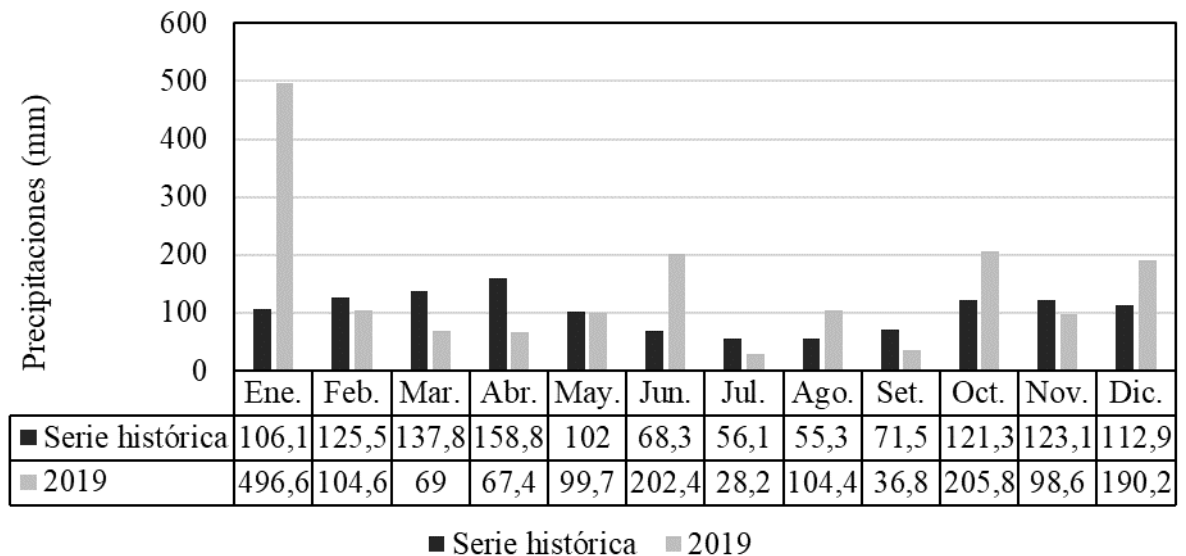
## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

El análisis del comportamiento climático tiene gran importancia a la hora de realizar una interpretación más acertada para poder determinar si el clima del año en estudio se comporta de manera similar a la tendencia histórica o si se presenta algún evento extraordinario que sea relevante para el experimento.

Según Moliterno (2000) la temperatura y la humedad en interacción con las características propias de la especie son factores de relevancia en los procesos de germinación y emergencia, por lo que en la siguiente figura se contrasta los datos de precipitaciones del año en estudio obtenidos de la estación agroclimática de la EEMAC con los datos promedio de una serie histórica para Paysandú (2002-2018).

Figura No. 4. Precipitaciones medias mensuales (mm) para serie histórica 2002-2018 de Paysandú y del período experimental en la EEMAC (2019)



Fuente: UdelaR. FA. EEMAC (2019).

Si se toma estrictamente el período de estudio del ensayo (marzo a julio) según la serie histórica se esperarían precipitaciones acumuladas de aproximadamente 560 mm. En 2019 se registraron 467 mm (43 % en junio) por lo que se produjo una diferencia negativa de 93 mm.

Las pasturas se sembraron el 2 de abril, mes en que, al igual a lo sucedido en febrero y marzo se registraron precipitaciones algo por debajo de la serie histórica. Según Risso (1991) la humedad es el factor determinante en la germinación ya que es necesaria para el proceso de imbibición, la germinación y la inserción de la radícula en el suelo.

Carámbula (2002b) indica que si se pretende conseguir una exitosa implantación las precipitaciones posteriores a la siembra combinadas con temperaturas adecuadas u óptimas son de gran importancia.

Luego de germinadas las plantas se observa un período de abril a mayo donde las precipitaciones fueron bajas (67 mm) comparado con el valor histórico y según el balance del anexo No.1 el suelo se encuentra a la mitad de su máxima CAAD por lo que esto podría afectar la germinación, emergencia y establecimiento ya que en las primeras etapas del desarrollo de la pastura el sistema radicular es limitado y no ha explorado gran volumen de suelo, imposibilitando que las plantas accedan fácilmente al agua disponible en el suelo acumulada en profundidad. Sin embargo, en junio llovió tres veces más (202 mm) en comparación a lo ocurrido históricamente, donde un 80 % de estas precipitaciones se concentraron en menos de 72 horas, esto pudo haber generado condiciones desfavorables por la saturación del perfil de suelo.

En el balance hídrico mensual (anexo No. 1), se relacionan precipitaciones, evapotranspiración y capacidad de almacenaje de agua disponible. Para el caso de este experimento se asume una capacidad de almacenar de agua de 80 mm debido a que los suelos de la unidad San Manuel según Molino y Califra (2001) se clasifican como clase media de agua potencialmente disponible neta. En dicho balance se observa que el suelo viene saturado de agua de un enero lluvioso, en los meses de febrero, marzo y abril la evapotranspiración potencial supera a las precipitaciones generando que se reduzca el almacenaje. En mayo las precipitaciones pasan a superar a la ETP haciendo que el perfil de suelo se sature de agua y en junio continúa esta tendencia debido a que, como ya se señaló, la cantidad de precipitaciones alcanzada (202 mm) fue muy alta. En julio las precipitaciones fueron bajas (50% menos que el promedio histórico) observándose una variación negativa del almacenaje y, por último, en agosto el suelo vuelve a saturarse.

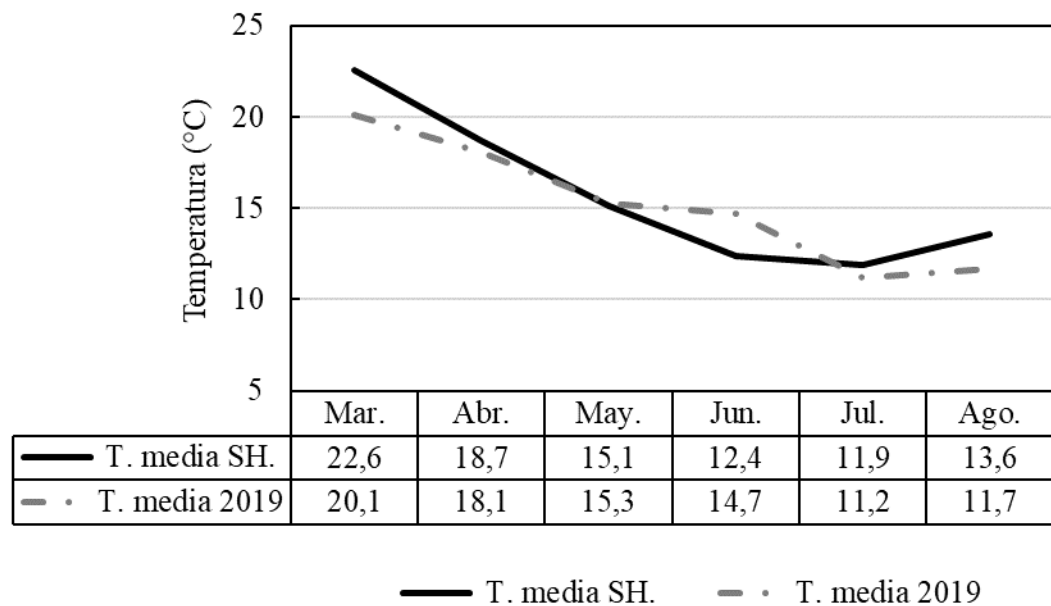
Teniendo en cuenta el exceso hídrico ocurrido en el mes de junio, al comienzo de la etapa de crecimiento de la pastura evaluada, se podría suponer que existieron ciertas dificultades para lograr un correcto establecimiento. Estas condiciones favorecen la aparición de enfermedades de raíz y corona principalmente en trébol rojo (Barbarrosa, citado por Berasain et al., 2015). Tanto Benjamin (1990) como Carámbula (2002b), concuerdan en que los excesos de agua en el perfil dentro del período de implantación pueden generar una pérdida de plántulas debido a la falta de oxígeno (anoxia) en este período y, por lo tanto, ocasionar un menor porcentaje de implantación. También puede

existir, en el mes de junio, un efecto negativo debido al alto escurrimiento, que provoca arrastre de semillas y plántulas.

El estrés hídrico es el factor que causa mayores pérdidas tanto por problemas en la germinación como en la posterior supervivencia de las plantas (Campbell y Swain, citados por Bayce et al., 1984). Si suceden condiciones no propicias durante las etapas iniciales, la mortalidad puede alcanzar más de un 90 % (Silverstone y Dickie, citados por Carámbula, 2002b).

Por otro lado, se presentan los valores de temperatura máxima, media y mínima para el período de estudio (marzo a julio) de la estación agroclimática de la EEMAC en comparación con los promedios históricos para Paysandú (1980-2009).

Figura No. 5. Promedios de T. media para la serie histórica (2002-2018) y dentro del período de estudio en la EEMAC (2019)



Fuente: UdelaR. FA. EEMAC (2019).

La temperatura influye directamente sobre la velocidad de cualquier proceso biológico, en general actúa deprimiendo o acelerando la germinación y la implantación. Valores extremos (altos especialmente) pueden determinar la muerte de las plántulas (Formoso, 2007a).

Las fechas en que se siembran las pasturas coinciden con una época en la que las temperaturas comienzan a descender rápidamente, en el caso de este experimento las

temperaturas del 2019 se comportan por debajo del promedio de la serie histórica previo a la siembra, pero en abril y mayo son similares. Según Campbell y Swaine, citados por Bayce et al. (1984), la temperatura del suelo es adecuada a partir de marzo, la humedad requerida se alcanza entre fines de marzo y fines de mayo y, por último, las probabilidades de heladas son bajas hasta junio (30 %), donde habitualmente se dan temperaturas mínimas menores a 10 °C.

Según Carámbula (2002b) la mayoría de las especies presentan diferentes rangos de temperatura óptima, el trébol y las gramíneas anuales pueden germinar a menores temperaturas en invierno, mientras que gramíneas perennes y leguminosas de verano son más sensibles a las bajas temperaturas. El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de especies C3 es de 15-20 °C, en abril la temperatura media fue 18 °C mientras que en mayo se ubicó en 15 °C, por lo que en estos meses se dieron temperaturas óptimas para las especies utilizadas.

En junio la temperatura promedio (15 °C) se ubica varios grados por encima del promedio histórico (12 °C), siendo el 2019 un año más cálido en este mes. Hacia los meses de julio y agosto la temperatura media (11 °C) se mantiene fuera de los rangos óptimos para el crecimiento de la pastura.

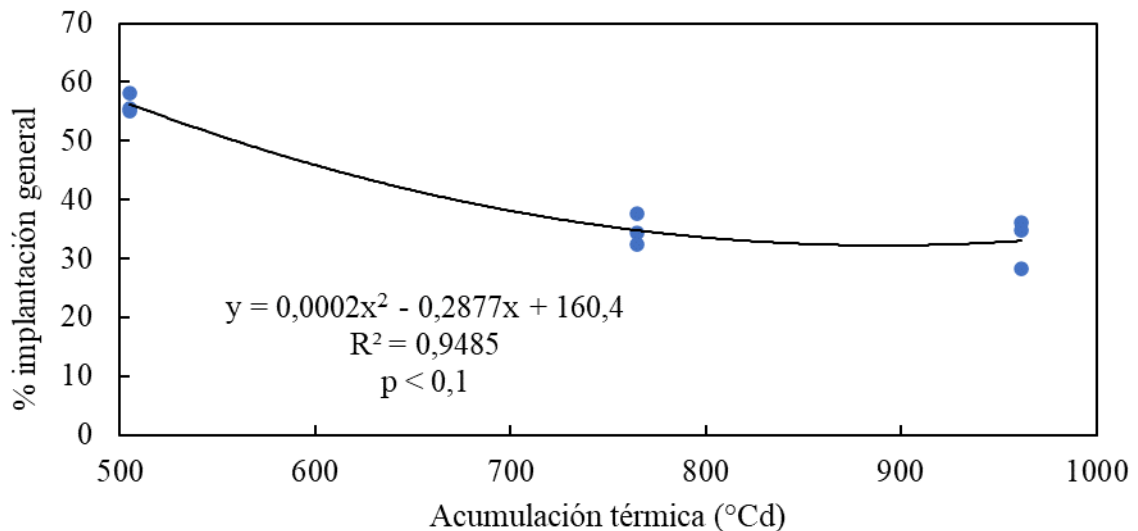
## 4.2 PERÍODO DE IMPLANTACIÓN (0 A 57 DPS)

### 4.2.1 Porcentaje general de implantación

Como plantea Carámbula (2002b) el valor del porcentaje de implantación está limitado a las primeras 10 a 12 semanas luego de la siembra. En este período la competencia es intensa entre las plántulas por luz, agua y nutrientes. Sólo las especies más vigorosas y con capacidad para soportar ataques de insectos, enfermedades y condiciones desfavorables de temperatura y humedad van a lograr establecerse de manera adecuada (Formoso, 2010).

La implantación general medida en porcentaje, se construye como un promedio de los porcentajes de implantación de las especies utilizadas. Como se observa en la figura No. 6 el porcentaje de implantación disminuye a medida que aumenta la acumulación térmica, esta variable mostró diferencias entre las distintas mediciones, más precisamente entre la primera (505 °Cd) donde el promedio es 56,3 % y las dos siguientes, ya que entre 765 °Cd (34,8 %) y 961 °Cd (33 %) no existen diferencias significativas.

Figura No. 6. Evolución del porcentaje de implantación general según acumulación térmica



Esta disminución puede estar explicada por diversos motivos, en este caso, las temperaturas fueron similares a los registros históricos pero las precipitaciones en el mes de la siembra (abril) fueron de 67 mm encontrándose por debajo del valor histórico (172,3 mm) no superando la ETP y según el balance del anexo No. 1 el suelo se encuentra a la mitad de su máxima CAAD por lo que esto podría afectar la germinación, emergencia y establecimiento de muchas plantas debido a que su sistema radicular poco desarrollado puede presentar dificultades para alcanzar el agua disponible en profundidad.

Otra explicación podría ser la competencia en la línea entre plantas, ya que según Formoso (2000) las especies forrajeras generalmente se caracterizan por presentar una baja capacidad competitiva en el proceso de implantación.

Cuadro No. 4. Porcentaje de implantación general a los 57 dps (961 °Cd)

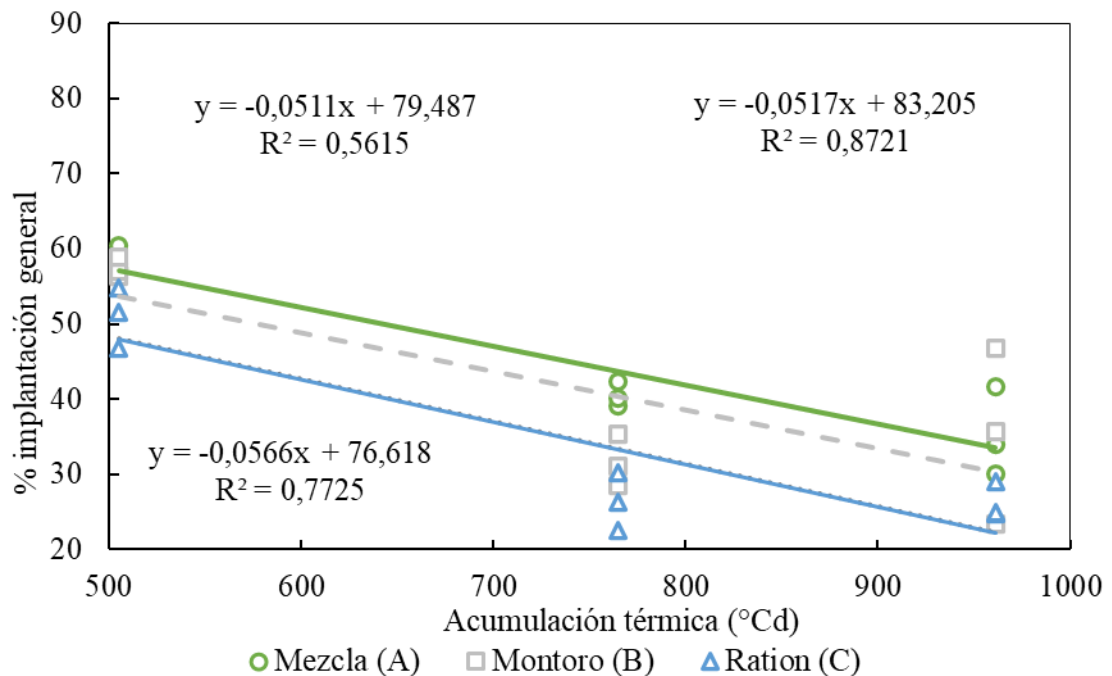
% Implantación	
General	33,0
Raigrás	35,6
Trébol rojo	29,9

Este resultado de 33 % implantación a los 57 dps es similar al obtenido por Etcheverry et al. (2020) de 35 % a los 47 dps para las mismas especies sembradas en el mismo año de este ensayo, y se encuentra por debajo de lo obtenido por Fariña y Saravia

(2010), así como también por Arin et al. (2018) quienes obtuvieron 45 y 42 % para el promedio de las mezclas a los 60 dps, respectivamente.

Se puede asumir que el raigrás es el componente que en mayor medida explica el comportamiento de la implantación general, obteniendo valores de implantación mayores debido a su rápida germinación incluso ante condiciones de estrés hídrico, Moliterno (2000) afirma que el raigrás anual presenta mayor habilidad para establecerse que las leguminosas.

Figura No. 7. Evolución del porcentaje implantación general por tratamiento según acumulación térmica



La figura muestra la evolución de la implantación por tratamiento desde la primera medición a los 505 °Cd (27 dps) hasta los 961 °Cd (57 dps), en esta se observa como el Ration (C) estuvo significativamente por debajo de los otros tratamientos, esto se puede explicar debido a que es un cultivar diploide de semilla más chica, lo que supone un menor vigor inicial, y a la misma densidad de siembra es mayor la cantidad de semillas respecto a un cultivar tetraploide, provocando mayor competencia en la línea.

Mientras que el comportamiento de la mezcla (A) puede explicarse por el efecto beneficioso de la mezcla con la leguminosa, así como la complementación de los dos cultivares de raigrás (ploidías, largo de ciclo, etc.).

#### 4.2.2 Porcentaje de implantación de raigrás

El porcentaje de implantación del raigrás (en adelante Rg) disminuye a medida que aumenta la acumulación térmica y transcurre el tiempo, desde los 505 a 961 °Cd (27 a 57 dps), pero sin mostrar diferencias entre los 765 a 961 °Cd (44 y 57 dps, cuadro No. 5).

Cuadro No. 5. Porcentaje de implantación de Rg según acumulación térmica y dps

°Cd	Dps	% Implantación
505	27	62,7 a
765	44	41,0 b
961	57	35,6 b

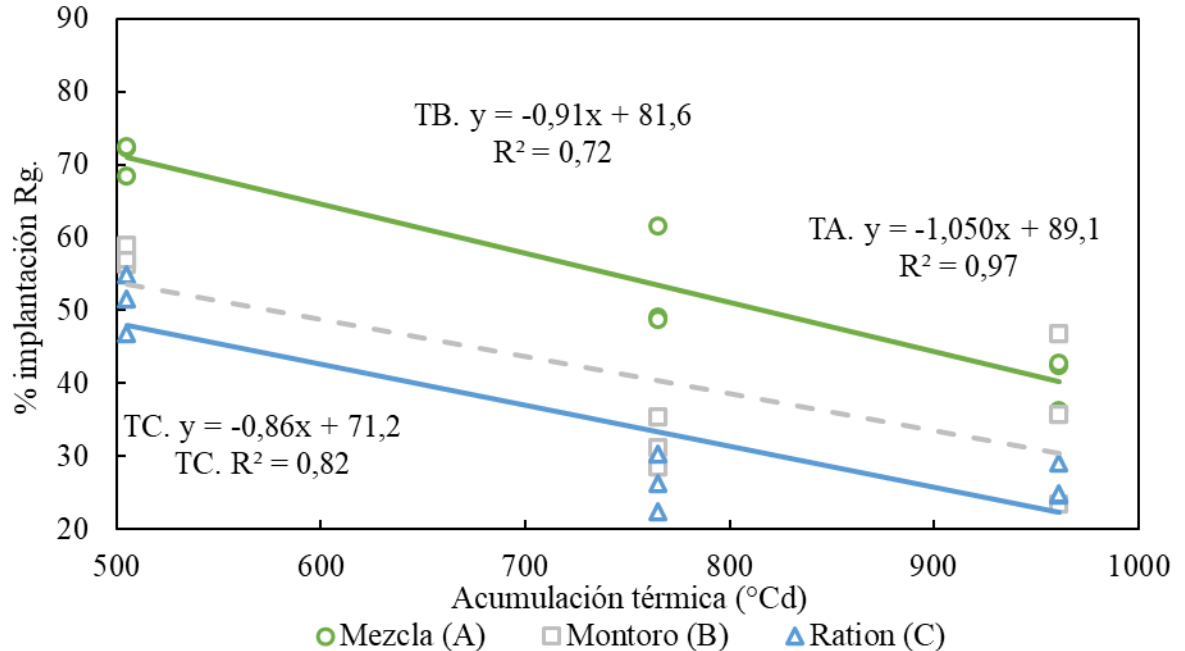
Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

Estos resultados pueden ser explicados por los mismos motivos que provocan la disminución de la implantación general, la baja capacidad de absorción de agua de las plantas debido a su escaso desarrollo, la cantidad de agua almacenada que se acumula en profundidad debido a que el suelo no se encuentra saturado y las precipitaciones en el mes de la siembra (abril) que no superan a la ETP provocando una variación de almacenaje negativa según el anexo No. 1 y por último, la competencia por los recursos entre plantas dentro de la línea, donde las que presenten un mayor número de hojas dominarán al resto de las plantas, siendo que el número de hojas formadas aumenta a través de la acumulación térmica y la tasa de aparición foliar presenta una respuesta lineal con la suma térmica.

La siguiente figura muestra como a medida que aumenta la acumulación térmica, todos los tratamientos caen en el porcentaje de implantación. También se observa como la mezcla es significativamente mayor respecto a los tratamientos puros, y como esta presenta una “mayor caída” hacia los 961 °Cd.

La caída del raigrás promedio es de 0,06 puntos porcentuales por cada grado día acumulado ( $0,4 \text{ plantas/m}^2$ ) y 0,87 puntos porcentuales por día ( $6 \text{ plantas/m}^2$ ).

Figura No. 8. Evolución del porcentaje de implantación de Rg por tratamiento a través de la acumulación térmica



El comportamiento de la mezcla (A), podría explicarse por el efecto de la inclusión de la leguminosa ya que a pesar de tener un mayor número de semillas de raigrás viables/m<sup>2</sup> con respecto al Montoro (688 vs. 524), su porcentaje de implantación es mayor. En cuanto a la comparación con el Ration (C), la mezcla tiene menor número de semillas de raigrás viables/m<sup>2</sup> (688 vs. 851) que puede traducirse en menos plantas de raigrás dentro de la línea, por lo tanto, mayor disponibilidad de recursos para estas. En este caso también puede atribuirse el mejor resultado obtenido por la mezcla al efecto positivo generado por la inclusión de la leguminosa.

Otro factor que podría estar incidiendo favorablemente en este caso es la interacción entre ambos cultivares de raigrás (con ploidías, ciclos y características diferentes).

La ventaja de Montoro (B) sobre Ration (C) podría explicarse debido a su ploidía que determina un mayor peso de semilla, según Carámbula (1977), cuanto mayor es el PMS mayor es la extensión del coleoptile, por lo que aseguraría una emergencia más rápida.

#### 4.2.3 Porcentaje de implantación de trébol rojo

En trébol rojo, el porcentaje implantación se comporta de la misma manera que el raigrás, disminuyendo a través del aumento de la acumulación térmica, así como de



los dps como se observa en el cuadro No. 6, no mostrando diferencias significativas entre 765 y 961 °Cd (44 y 57 dps), pero ambas siendo menores al valor obtenido a los 505 °Cd (27 dps).

Cuadro No. 6. Porcentaje de implantación de TR según acumulación térmica y dps

°Cd	Dps	% Implantación
505	27	45,6 a
961	57	29,9 b
765	44	28,0 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

La media a lo largo de este período de implantación (0–57 dps) fue de 34,5 %, similar a la obtenida por Etcheverry et al. (2020) que fue de 35% para el período 0-47 dps.

García-Favre et al. (2017) afirman que las especies difieren en su eficiencia para obtener y competir por nutrientes y agua. Las raíces fasciculadas de las gramíneas son más densas por unidad de volumen de suelo y, en consecuencia, poseen una mayor superficie de contacto cuando se las compara con las raíces pivotantes de las leguminosas, esto sumado al elevado requerimiento de fósforo en trébol rojo que citan Ciampitti y García (2012), podrían poner a esta especie en desventaja a la hora de competir por la obtención de nutrientes, agua, y especialmente del fósforo por ser un nutriente poco móvil en suelo.

No se puede descartar ni afirmar la ocurrencia de un posible déficit nutricional que haya interferido en la germinación y crecimiento de el trébol debido a que no se realizó ningún estudio químico del suelo previo a la siembra.

La mortalidad de plantas no es el único factor que explicaría la baja eficiencia de implantación, sino que también existen problemas en la germinación y emergencia.

Como se mencionó en la revisión bibliográfica, Muslera y Ratera (1984), afirman que las leguminosas embeben agua más rápidamente y germinan antes. Sin embargo, esta ventaja no significó mayor establecimiento inicial para el trébol rojo, siendo su implantación a los 505 (27 dps), 765 (44 dps) y 961 °Cd (57 dps) inferior a la del raigrás para las mismas fechas. Una posible causa de la baja implantación registrada pudo haber sido la presencia de semillas duras debido a que su pericarpo no permite la entrada de agua, impidiendo su imbibición, y posterior germinación (Carámbula, 1977).

A partir de los 44 dps en adelante el porcentaje de implantación se mantiene, pudiendo atribuirse este efecto a la germinación escalonada en el tiempo producto de la existencia de semillas duras anteriormente mencionada. Es de importancia destacar que

Boschi et al., citados por Etcheverry et al. (2020), obtuvieron un porcentaje de semillas duras de 10 % en un promedio de tres años para trébol rojo.

Las leguminosas tardan en asentar el sistema fijador, y es por esto que, durante el establecimiento, la disponibilidad de nitrógeno mineral va a determinar la posterior competencia entre las especies (Harris, citado por Arin et al., 2018). La disminución de la implantación a través de los dps también podría estar dada por la competencia ejercida por la fracción gramínea y la competencia intraespecífica.

Los porcentajes de emergencia tanto en leguminosas como en gramíneas se afectan sensiblemente por la preparación del suelo, los nutrientes, las semillas y los inoculantes; así como las densidades, épocas, métodos, y profundidades de siembra (Carámbula, 1977).

#### 4.2.4 Número de plantas de raigrás/m<sup>2</sup>

En el cuadro No. 7 se puede apreciar que el número de plantas/m<sup>2</sup> disminuye entre los 505 y 765 °Cd (27 y 44 dps), pero no muestra diferencias significativas entre los 765 y 961 °Cd (44 y 57 dps).

Cuadro No. 7. Número de plantas de Rg/m<sup>2</sup> según acumulación térmica y dps

°Cd	Dps	pl. /m <sup>2</sup>
505	27	428,2 a
765	44	280,0 b
961	57	241,2 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

La reducción observada en el número de plantas podría atribuirse a múltiples factores, entre ellos, podría estar dada por la competencia por recursos que se genera en la línea, agravándose a medida que las plantas aumentan su tamaño ya que comienzan a tener requerimientos mayores.

Los resultados obtenidos para los 27 y 44 dps resultan muy superiores a los presentado por Etcheverry et al. (2020) de 207 y 180 plantas de raigrás/m<sup>2</sup> en mezcla con trébol rojo a los 24 y 47 dps respectivamente para 524 semillas viables de raigrás/m<sup>2</sup>, aclarando que en este ensayo se utilizaron 690 semillas viables de raigrás/m<sup>2</sup> promedio por tratamiento, sembradas tanto puros como en mezcla.

Respecto a la última medición a los 57 dps, el número de plantas de raigrás/m<sup>2</sup> obtenido en este ensayo se aproxima a las 267 plantas de raigrás/m<sup>2</sup> promedio obtenidas por Arin et al. (2018) entre tratamientos fertilizados y testigos a los 54 dps, para 550 semillas de raigrás viables/m<sup>2</sup> promedio para los tratamientos.

En el cuadro No. 8 se observa como la mezcla (A) consigue un mayor número promedio de plantas para el período 0-57 dps con respecto a los tratamientos puros.

Cuadro No. 8. Número de plantas de Rg/m<sup>2</sup> según tratamientos

Tratamiento	pl. /m <sup>2</sup>
Mezcla (A)	407,2 a
Ration (C)	293,8 ab
Montoro (B)	223,9 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

Esto podría atribuirse al mayor número de semillas de raigrás viables/m<sup>2</sup> utilizadas por la mezcla con respecto al Montoro (688 vs. 524) y aunque posee un menor número de semillas viables de raigrás/m<sup>2</sup> que el Ration (688 vs. 851) el mayor número de plantas podría explicarse en este caso por el efecto positivo generado por la inclusión de la leguminosa, así como por el efecto de la combinación de ambos cultivares, y también debido a que la alta cantidad de semillas del verdeo puro podría generar competencia entre plantas, disminuyendo el stand.

#### 4.2.5 Número de plantas de trébol rojo/m<sup>2</sup>

El número de plantas de trébol rojo/m<sup>2</sup> disminuye a través del incremento de la acumulación térmica y los dps, descendiendo significativamente de los 505 a los 765 °Cd (27 a 44 dps) y manteniéndose sin diferencias hacia los 961 °Cd (57 dps).

Cuadro No. 9. Plantas de TR/m<sup>2</sup> según acumulación térmica y dps

°Cd	Dps	pl. /m <sup>2</sup>
505	27	136,9 a
961	57	89,4 b
765	44	84,2 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

Si bien la caída del número de plantas de trébol rojo/m<sup>2</sup> (35 %) no es tan acentuada como la de raigrás (50 %), esta caída del trébol podría estar dada por la competencia con la gramínea anual, a pesar de que según Carámbula (2002a) el trébol tolera el sombreado, puede darse competencia entre las especies debido a la rápida germinación y precocidad del raigrás que desarrolla un sistema radicular denso y tiene crecimiento cespitoso, sumado a una gran habilidad macolladora.

Según Félix y Urioste (2016) el raigrás tiene gran capacidad de competencia por su agresividad y alta producción de semilla que lo han llevado a ser una de las principales malezas en cultivos de invierno.

Otro factor que explica la evolución del número de plantas de trébol es el explicado por Ayala, citado por Berasain et al. (2015), que enuncia que las semillas de leguminosas presentan mayor viabilidad en el tiempo, mayor tasa de germinación que las gramíneas y además variación en la dormancia. Estas semillas permanecen latentes en el suelo hasta que la cobertura seminal pierde su impermeabilidad. Acentuándose este fenómeno cuando se dan condiciones de bajo régimen de lluvias (situación que no sucedió en el período de estudio). Es por esto, que el trébol podría presentar una germinación y emergencia escalonada en el tiempo

La media para esta variable a lo largo de este período de implantación (0–57 dps) fue de 103,5 plantas/m<sup>2</sup>, similar a las 122 plantas/m<sup>2</sup> obtenidas por Etcheverry et al. (2020) para el período 0-47 dps.

El número de plantas de trébol rojo/m<sup>2</sup> obtenido en este ensayo a los 57 dps fue 89,4/m<sup>2</sup>, resultando algo por debajo de las 112/m<sup>2</sup> que consiguieron Berasain et al. (2015) a los 60 dps.

#### 4.2.6 Número de macollos/m<sup>2</sup>

El número de macollos/m<sup>2</sup> aumentó significativamente tanto a los 765 como a los 961 °Cd (44 como a los 57 dps) a medida que aumentaba la acumulación térmica por parte del raigrás y transcurrían los dps (cuadro No. 10).

Cuadro No. 10. Macollos/m<sup>2</sup> según acumulación térmica y dps

°Cd	Dps	Mac. /m <sup>2</sup>
961	57	1680,4 a
765	44	863,5 b
505	27	428,2 c

Letras distintas indican diferencias significativas (p ≤ 0,10)

El aumento de los macollos/m<sup>2</sup> podría justificarse debido a que cuando el raigrás tiene una altura y una densidad de canopeo baja, la luz llega a la base de las plantas estimulando la actividad de las yemas apicales y así comienza el aumento de la densidad de las pasturas por medio del macollaje (Casal et al., 1984).

La fertilización realizada en macollaje (urea azufrada), también puede ser un factor que explica estos resultados, ya que según Colabelli et al., citados por Mangado y Saint-Girons (2017), tiene efecto en los componentes estructurales de la pastura

(aumenta la TAF) promoviendo la activación de las yemas axilares para que se transformen en macollos. Esto coincide con lo señalado por Zanoniani y Noëll (2003b) que categorizan al *Lolium multiflorum* como una especie con una alta respuesta a la fertilización nitrogenada cuando la siembra se realizó en fechas intermedias, en estado vegetativo y en mezclas.

Discriminando por tratamientos, la mezcla (A) y el Ration (C) no muestran diferencias entre ellos, mientras que el Montoro (B) obtuvo menor número de macollos/m<sup>2</sup> promedio para el período (cuadro No. 11).

Cuadro No. 11. Macollos/m<sup>2</sup> según tratamiento

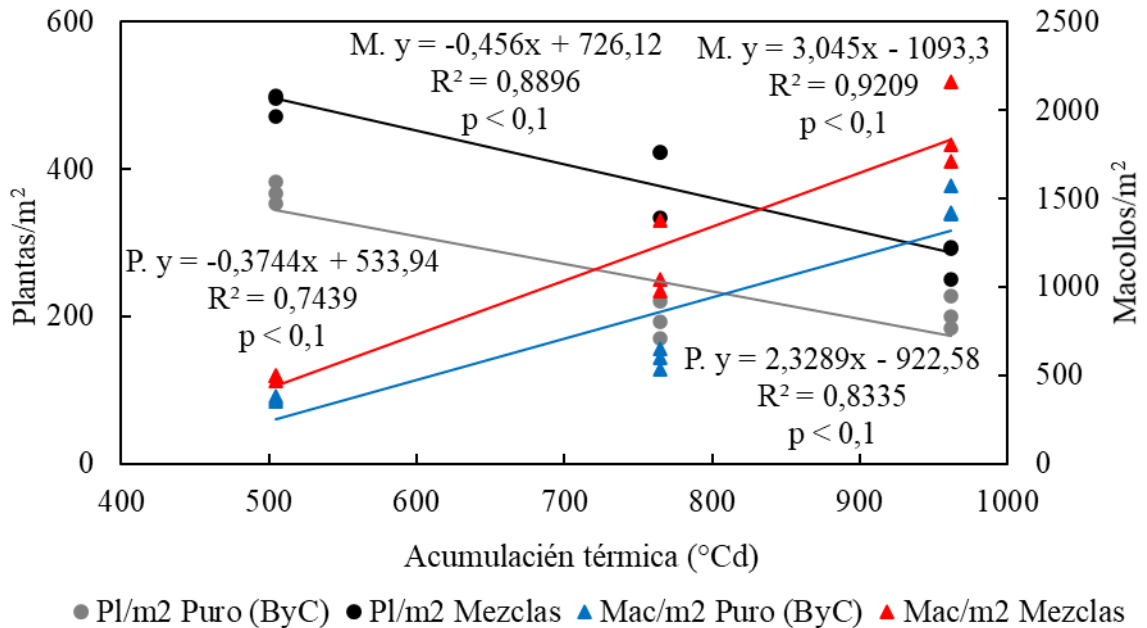
Tratamiento	Mac. /m <sup>2</sup>
Mezcla (A)	1201,3 a
Ration (C)	979,5 a
Montoro (B)	646,8 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

Esto puede ser explicado principalmente por dos factores, la menor cantidad de semillas de raigrás viables/m<sup>2</sup> sembradas para Montoro (B) debido a que son más pesadas (a igual densidad de siembra), y también, a que tiene menor generación de macollos/planta, característica determinada genéticamente por su ploidía.

Gutiérrez y Calistro (2013) sostienen que los tetraploides se diferencian de los diploides porque tienen menos macollos, pero de mayor tamaño, hojas más anchas, largas y de color más oscuro, con mayor humedad, con órganos vegetativos, reproductivos y semillas más grandes.

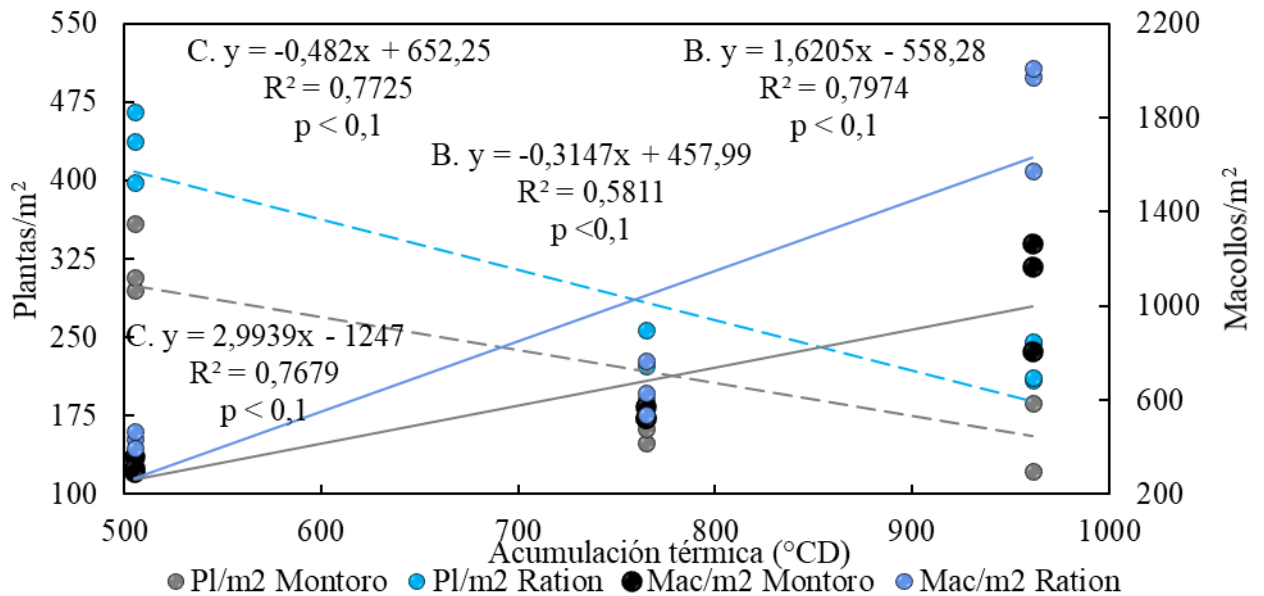
Figura No. 9. Evolución de la relación entre pl. Rg/m<sup>2</sup> y macollos/m<sup>2</sup> para el tratamiento mezcla y puros a través de la acumulación térmica (°Cd)



La figura compara a la mezcla (A) con el promedio de los tratamientos puros (B y C) para las variables plantas/m<sup>2</sup> y macollos/m<sup>2</sup>. Las plantas/m<sup>2</sup> disminuyen (aproximadamente a la mitad) tanto para la mezcla como para los puros al aumentar la acumulación térmica, si bien, para la mezcla la caída es mayor, aunque aun así se mantiene siempre por encima de los puros. En tanto, los macollos/m<sup>2</sup> aumentan casi cuatro veces tanto para la mezcla como para los puros, encontrándose la primera por encima durante todo el período.

El aumento de los macollos/m<sup>2</sup> a pesar de la disminución de plantas/m<sup>2</sup> que se observa en la figura, puede estar explicado según Formoso (2005) en el posible crecimiento compensatorio dado por una mayor disponibilidad de recursos por planta, que promovería un mayor crecimiento individual por medio del aumento de los macollos/planta.

Figura No. 10. Evolución de la relación entre pl. Rg/m<sup>2</sup> y macollos/m<sup>2</sup> para el tratamiento diploide y tetraploide a través de la acumulación térmica (°Cd)



Ambos cultivares caen en el No. plantas/m<sup>2</sup> (aproximadamente 50 %) si bien el diploide (Ration) está siempre por encima tiene mayor pendiente. Los dos aumentan los macollos/m<sup>2</sup> (más de 5 veces), el Ration vuelve a estar por encima y presenta mayor pendiente. El aumento de los macollos/m<sup>2</sup> a pesar de la disminución de plantas puede explicarse por el componente macollos/planta.

#### 4.2.7 Macollos/planta

Los macollos/planta se diferencian significativamente en las tres mediciones a medida que aumentan la acumulación térmica y los dps.

Cuadro No. 12. Macollos/planta según acumulación térmica y dps

°Cd	Dps	Mac. /pl.
961	57	7,3 a
765	44	3,1 b
505	27	1,0 c

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

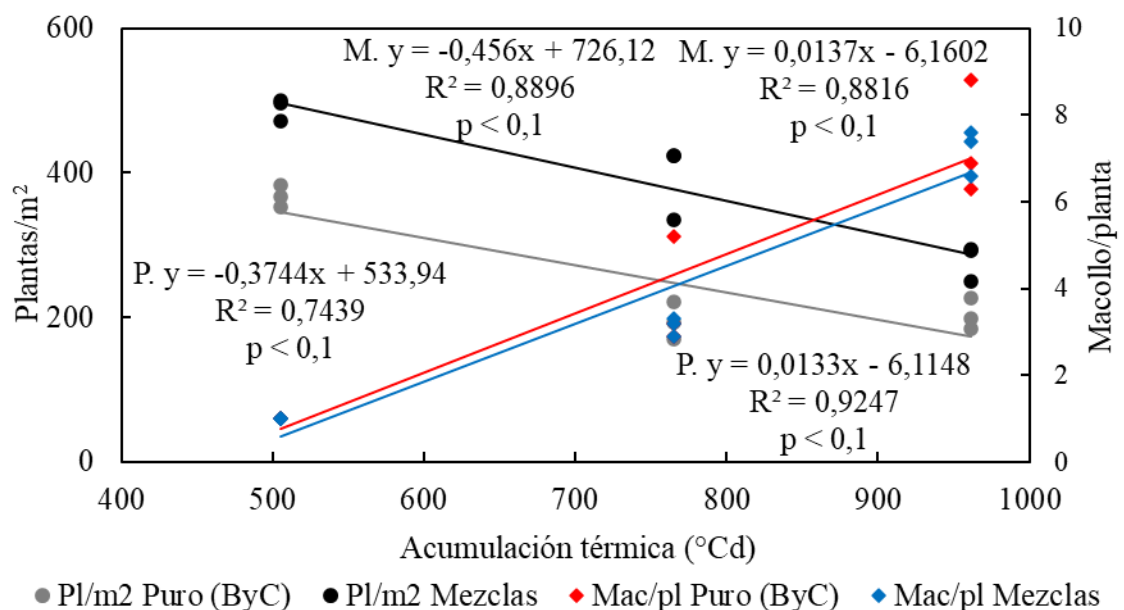
A los 505 °Cd (27 dps) el proceso de macollaje no había comenzado, observándose únicamente el tallo principal. A los 765 °Cd (44 dps) se aprecia un

aumento en el número de macollos/planta y a los 961 °Cd (57 dps) el proceso de macollaje se sigue acentuando.

Según Casal et al. (1984), a menor densidad del conopeo se consigue mayor intercepción de luz por macollo con alta relación rojo/rojo lejano generando un efecto fotomorfogénico que desencadena la producción de nuevos macollos.

Los valores obtenidos son similares a los que presentan Arin et al. (2018) para raigrás puro y en mezcla a los 60 dps (entre 5 y 6 macollos/planta), y Etcheverry et al. (2020) para la misma mezcla, en el mismo año, que obtuvieron aproximadamente 6 macollos/planta a los 47 dps.

Figura No. 11. Evolución de la relación entre pl. Rg/m<sup>2</sup> y macollos/planta para tratamiento mezcla y puros a través de la acumulación térmica



La figura muestra cómo las plantas/m<sup>2</sup> disminuyen (aproximadamente a la mitad) tanto para la mezcla como para los puros al incrementarse la acumulación térmica, si bien, la mezcla presenta una mayor caída, aun así, se mantienen siempre por encima de los puros. Mientras que la cantidad de macollos/planta presentan un aumento similar tanto para la mezcla como para los puros (partiendo de 1,0 en la primera medición cuando las plantas tenían únicamente el tallo principal y el macollaje aún no había comenzado).

Formoso (2005) propone la existencia de un crecimiento compensatorio que podría estar dado por una mayor disponibilidad de recursos por planta, por eso a menor



cantidad de plantas aumentan los macollos presentes en ellas, esto permite que se alcancen producciones por hectárea similares para situaciones con distintas implantaciones.

Carámbula (2002b) afirma que los cereales invernales basan su entrega de forraje a través de pocas macollas de elevado peso, mientras el raigrás condiciona su producción a un número total mayor de macollas de menor peso.

#### 4.2.8 Hojas/macollo

Las hojas por macollo en el raigrás aumentan significativamente a medida que la acumulación térmica es mayor y transcurren los dps (cuadro No. 13).

Cuadro No. 13. Hojas/macollo según acumulación térmica y dps

°Cd	Dps	Hojas/mac.
961	57	2,9 a
765	44	2,7 b
505	27	2,3 c

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

Esto se puede explicar debido a que en las mediciones tempranas se encuentra mayor número de macollos con menos cantidad de hojas desarrolladas y a medida que pasa el tiempo y aumenta la acumulación térmica por parte de las macollas, la proporción de estos con más hojas desarrolladas es mayor, aumentando el valor de las mediciones.

Existe un balance en el número de hojas, generalmente los macollos no superan las tres hojas al mismo tiempo y para la aparición de una nueva hoja se requiere la senescencia o defoliación de otra (Colabelli et al., 1998).

Según Carámbula (2002b) la tasa de aparición de hojas constituye un parámetro importante ya que influye en la tasa de macollaje. Langer, citado por Carámbula (2002b) sostiene que cuantas más hojas se produzcan, mayor será la cantidad de yemas axilares presentes y por lo tanto se registrará un mayor número de macollas.

Los resultados obtenidos en este trabajo a los 44 dps se asemejan a los presentados por Etcheverry et al. (2020) a 47 dps, situándose ambos en 2,7 hojas/macollo y están por encima de Mangado y Saint-Girons (2017), Arin et al. (2018) que obtuvieron 2,45 a los 54 dps, mostrando también un aumento significativo a través de los dps.

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para el número de hojas/macollo promedio para el período 0-57 dps.

#### 4.2.9 Altura de vaina y lámina (cm)

Para altura de vaina no se encontraron diferencias significativas entre las dos primeras mediciones, entre 505 y 765 °Cd (27 y 44 dps), siendo 1,9 y 2,0 cm respectivamente, mientras que en la tercera medición realizada a los 961 °Cd (57 dps) hubo un aumento significativo alcanzando una media de 4,3 cm.

Existe una altura mínima de remanente para cada especie que asegura que el crecimiento posterior a un pastoreo no sea afectado negativamente (Carámbula, 2002b). En el caso del raigrás, al ser una especie erecta esta altura es mayor en comparación con especies postradas. Esto debería ser tenido en cuenta a la hora de determinar el comienzo de los pastoreos, por lo que no debería pastorearse por debajo de los 4,3 cm de esta medición.

Respecto a la altura de lámina se observó diferencias significativas tanto entre mediciones (acumulación térmica y dps) como entre tratamientos. La longitud final de la lámina fue en aumento a medida que avanzaban la acumulación térmica y los dps (cuadro No. 14). Se debe recordar que la altura no se midió a campo, sino en el laboratorio donde las láminas se encontraban totalmente expandidas.

Cuadro No. 14. Altura de lámina (cm) según acumulación térmica y dps

°Cd	Dps	Altura de lámina
961	57	32,7 a
765	44	16,9 b
505	27	14,7 c

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

Entre los tratamientos, en el cuadro No. 15 se observa que para el promedio del período (0-57 dps) el Montoro (B) mantiene diferencias con el Ration (C), en tanto, la mezcla A, muestra una tendencia a presentar láminas intermedias entre ambos tratamientos ya que no presenta diferencias significativas con ninguno de los tratamientos puros.

Cuadro No. 15. Altura de lámina (cm) según tratamiento

Tratamiento	Altura de lámina
Montoro (B)	23,1 a
Mezcla (A)	20,9 a
Ration (C)	19,9 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

Este resultado puede explicarse por el efecto de la ploidía, como señalan Gutiérrez y Calistro (2013) es esperable que los cultivares tetraploides como Montoro (B) presenten láminas más largas, anchas y de color más oscuro, que los diploides como Ration (C).

Champman y Lemaire (1993) sostienen que el tamaño foliar está determinado por la tasa de aparición foliar y la tasa de elongación foliar, ambas dependientes de la temperatura en determinado tiempo (suma térmica), esto coincide con los resultados obtenidos, ya que a mayor suma térmica se registró un mayor tamaño de hoja.

#### 4.2.10 Peso individual y producción total de raigrás (ttMS/ha)

El peso individual de las plantas aumentó con diferencias significativas en el transcurso de las mediciones dentro del proceso de implantación, mientras que la producción de materia seca de raigrás por hectárea solo mostró diferencias significativas a las 57 dps (961 °Cd, cuadro No. 16).

Cuadro No. 16. Peso de planta (gMS) y ttMS/ha de Rg según acumulación térmica y dps

°Cd	Dps	Peso pl. (gMS)	pl. /m <sup>2</sup>	ttMS/ha
961	57	0,57 a	241,2 b	1,31 a
765	44	0,17 b	280,0 b	0,48 b
505	27	0,09 c	428,2 a	0,39 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

Esto ocurre debido el alargamiento de raíces y láminas, y el aumento del número de macollo/planta. A medida que aumenta la acumulación térmica y pasan los dps disminuye el número de plantas/m<sup>2</sup> haciendo que exista menos competencia y estos procesos se acentúen.

La mayor parte de estos pesos están explicados por la parte aérea que realiza la fotosíntesis permitiendo la redistribución de asimilados hacia el resto de los órganos de la planta. Las plantas priorizan el desarrollo y crecimiento de la parte aérea antes que el radicular durante la implantación, esto se acentúa en especies anuales.

Como muestra el cuadro No. 17, para el promedio del período (0-57 dps) el tratamiento del tetraploide puro Montoro (B) obtuvo pesos secos individuales de planta superiores al resto de los tratamientos (Ration y la mezcla). En tanto, para la producción total (ttMS/ha), la mezcla (A) fue significativamente mayor al Ration (C) pero no logró diferenciarse del Montoro (B) aunque este fue el que obtuvo menor número de plantas/m<sup>2</sup>.

Cuadro No. 17. Peso de planta (gMS) y ttMS/ha de Rg según tratamiento

Tratamiento	Peso pl. (gMS)	No. pl. /m <sup>2</sup>	ttMS/ha
Montoro (B)	0,36 a	217,1 c	0,67 ab
Mezcla (A)	0,27 b	477,5 a	0,85 a
Ration (C)	0,21 b	293,8 b	0,51 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

Según Gutiérrez y Calistro (2013) los tetraploides (como Montoro) poseen menor cantidad de macollos, pero sus órganos vegetativos, reproductivos y su semilla alcanzan mayores tamaños. Debido a este mayor PMS se siembra una menor cantidad de semilla (a igual densidad de siembra) por lo que se espera una menor competencia dentro del línea. Esto también explica que por más que este cultivar estuvo significativamente por debajo del resto de los tratamientos en cuanto al número de plantas/m<sup>2</sup> pudo compensar debido al mayor peso de sus órganos y obtener una producción similar a la de la mezcla.

Cuando se evaluó la producción total acumulada a los 57 dps (961 °Cd) ninguno de los tres tratamientos logró diferenciarse significativamente del resto (cuadro No. 18).

Cuadro No. 18. Producción total (ttMS/ha) de Rg acumulada a los 57 dps (961 °Cd) por tratamiento

Tratamiento	ttMS/ha
Mezcla (A)	1,46
Montoro (B)	1,32
Ration (C)	1,00

Como se mencionó previamente, los resultados en producción total medida en ttMS/ha no arrojaron diferencias significativas siendo el promedio para los tres tratamientos 1,3 ttMS/ha a los 57 dps. Ceriani, citado por Moliterno (2000) destaca que incluir una gramínea anual con alto vigor inicial en la mezcla tiene efectos positivos muy importantes en el primer año en la producción total de forraje y en mantener bajos los porcentajes de malezas.

Según Zanoniani y Noëll (2003b) las gramíneas anuales (verdeos) son una alternativa que produce un volumen muy alto de forraje de buena calidad en un corto tiempo, estas son utilizadas en períodos críticos y también permiten lograr un aumento de la carga en el período de menor oferta de pasto en sistemas intensivos.

#### 4.3 PERÍODO DE INICIO DEL PASTOREO (104 DPS)

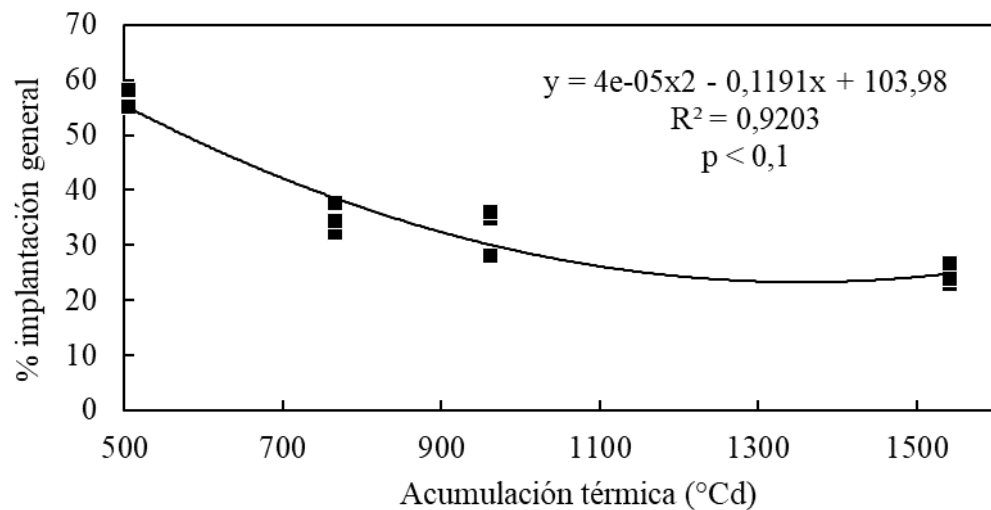
##### 4.3.1 Porcentaje general de establecimiento

Una vez superadas las primeras 10 a 12 semanas (70 a 84 dps) luego de la siembra que Carámbula (2002b) define como el período de implantación, se obtiene el porcentaje de establecimiento de plantas.

El porcentaje de establecimiento hace referencia al número de plántulas sanas que consiguen establecerse en la pastura en relación al número de semillas viables sembradas (Carámbula, 2002b).

De igual forma a lo sucedido con el porcentaje de implantación en el primer período, el porcentaje de establecimiento sigue la misma tendencia de disminución hacia los 1542 °Cd.

Figura No. 12. Evolución del porcentaje de implantación/establecimiento general según acumulación térmica



El porcentaje general de establecimiento a los 1542 °Cd (104 dps) se sitúa en 24,5 % y desciende significativamente con respecto a las mediciones anteriores.

Según lo observado en el balance hídrico (anexo No. 1) en el mes de junio el suelo se encuentra totalmente saturado de agua, Ciampitti y García (2012) sostienen que el trébol no soporta el anegamiento prolongado por lo que este podría ser un motivo importante de la baja en el porcentaje de establecimiento de esta especie.

Debe destacarse que el 30 mayo (58 dps) comenzaron los ciclos de pastoreo con tres terneros Holando (87 kg individual promedio) en parcelas de aproximadamente 470 m<sup>2</sup> (0,05 ha), esto sumado a las altas precipitaciones del mes de junio incidió en la estabilidad de la estructura del suelo pudiendo afectar a ambas especies.

Cuadro No. 19. Porcentaje de establecimiento general a los 104 dps (1542 °Cd)

% Establecimiento	
General	24,5
Raigrás	27,3
Trébol rojo	21,7

El raigrás ocupa mayor proporción que el trébol dentro de la mezcla, por lo tanto, el porcentaje general de establecimiento está influenciado en mayor medida por la fracción gramínea.

En cuanto a la respuesta de las especies al pastoreo, Carámbula (2002a) establece que el trébol tiene una corona susceptible al pisoteo excesivo debido a su superficialidad, admitiendo pastoreos intensos (hasta 5 cm) pero poco frecuentes (18-24 cm o 60 días) ya que de lo contrario puede verse reducida su productividad. Por su parte, el raigrás se presenta como una planta rústica, agresiva y muy macolladora, con la capacidad de soportar perfectamente tanto el pisoteo como el diente del animal, y posee un rápido rebrote. Casal et al. (1984) indican que el pastoreo genera un efecto positivo en el raigrás ayudando a que la luz llegue a la base de la pastura, para conseguir la estimulación de la actividad de las yemas apicales y así aumentar el macollaje determinando una mayor adaptación.

En la última medición a los 104 dps el establecimiento final para el promedio de los tres tratamientos fue de 24,5 %, resultado que se asemeja al obtenido por Brito del Pino et al. (2008) a los 90 dps que obtuvieron 28 %, y superior al de Blanco (2008) que obtuvo aproximadamente 20 % a los 77 dps e inferior a los de Gomes de Freitas y Klaassen (2011) que obtuvieron un 38 % a los 90 dps y Etcheverry et al. (2020) que obtuvieron un promedio general de 37 % a los 99 dps para la misma mezcla en el mismo año.

Los valores de este trabajo coinciden con lo afirmado por Zanoniani y Lattanzi (2017) que establecen que menos de la tercera parte de la semilla sembrada se logra establecer como planta los 90 dps.

Como se observa en el cuadro No. 20, entre tratamientos, Montoro consiguió mayor establecimiento significativo respecto al Ration, en tanto la mezcla se ubicó con un establecimiento intermedio que no se diferenció significativamente de ninguno de los dos tratamientos puros.

Cuadro No. 20. Porcentaje total establecimiento por tratamiento a los 104 dps (1542 °Cd)

Tratamiento	% Establecimiento
Montoro (B)	29,1 a
Mezcla (A)	25,4 ab
Ration (C)	18,1 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

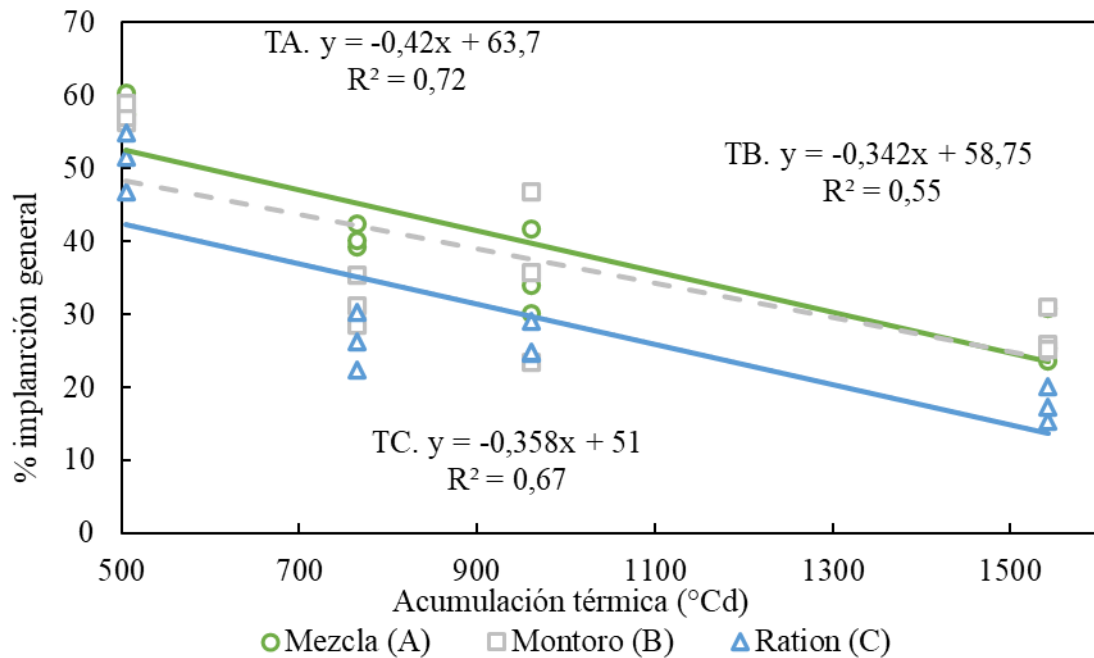
Este resultado puede explicarse una vez más por la diferencia entre la ploidía entre Montoro (B) y Ration (C), debido a la utilización de una menor cantidad de semillas de mayor tamaño en la siembra del Montoro (B) haciendo que finalice con un mejor porcentaje de establecimiento, sus semillas presentaron un mayor vigor inicial y una menor competencia en la línea una vez emergidas las plántulas, contrario a lo sucedido con el diploide, que a su vez también presentó mayor cantidad de macollos/planta.

El mayor tamaño de los órganos del Montoro (B), pudo haber ayudado a superar los momentos de estrés hídrico en las precipitaciones de junio, debido a que esta característica los torna más resistentes.

Para el caso de la mezcla, se situó con un establecimiento intermedio sin diferenciarse de ninguno de los dos puros, probablemente gracias al efecto de la mezcla (tanto de la inclusión de la leguminosa como de la complementación de los dos cultivares de raigrás) y a un siembra de una cantidad intermedia de semillas viables de raigrás (mayor a Montoro pero menor a Ration) pero con una mayor cantidad de semillas totales viables sembradas en la línea pudiendo haber sufrido competencia tanto intra como interespecífica.

La siguiente figura muestra como baja la implantación hasta alcanzar el establecimiento final entre los tratamientos hasta los 1542 °Cd, donde el único que muestra diferencia significativamente menor fue el Ration (C) respecto al Montoro (B), mientras la mezcla (A) se posiciona entre los tratamientos puros.

Figura No. 13. Evolución de la implantación/establecimiento según tratamientos a través de la acumulación térmica



El crecimiento de las plántulas suele ser directamente proporcional al peso de sus semillas (Moliterno, 2000). En esta línea, el raigrás anual presenta mayor habilidad de establecimiento que el trébol, es por esto que el tratamiento mezcla (A) en comparación con el Ration (C) si bien tienen mayor cantidad semilla total (988 semillas/m<sup>2</sup>), compiten con menos plantas de la misma especie, además de competir con el trébol que tiene una semilla de menor peso.

Harper (1977) cita que la similitud de requerimientos entre plantas de la misma especie, es mayor que la que existe entre plantas de distintas especies. Las gramíneas, además de competir por agua, luz y espacio, por ser plantas de la misma especie, también lo hacen por los mismos recursos, especialmente nitrógeno. Por este nutriente, no compiten de la misma manera con el trébol rojo ya que estas son menos competitivas por este recurso.

Además, la inclusión de la leguminosa genera un efecto positivo en el largo plazo tal como postula Baethgen, citado por Arin et al. (2018) donde indica que la inclusión de estas especies en una rotación cultivo-pastura, además del aporte del nitrógeno al sistema (por medio de la fijación biológica de nitrógeno), mejora las condiciones físicas del suelo lo que permite una mejor exploración radicular y una utilización más eficiente de los nutrientes y el agua.



Respecto al enmalezamiento que pudo haber incidido en el establecimiento final, se debe aclarar que la pastura ejerció una buena competencia frente a las malezas además de que se realizó un control químico efectivo. Carámbula (2002a), sugiere que la inclusión de una gramínea anual con alto vigor inicial (como el raigrás) en la mezcla, tiene efectos beneficiosos para mantener bajos los porcentajes de malezas. Se debe mencionar que el bajo nivel de enmalezamiento tuvo como especies principales a: *Stachys arvensis*, *Cirsium vulgare* y *Sida spp.*

Dentro de los tratamientos, sería esperable que la mezcla presente menor porcentaje de enmalezamiento, debido a la mayor densidad de siembra, al incluir el trébol rojo, haciendo que la estructura que consigue la pastura en este tratamiento impida la llegada de la luz a la superficie del suelo, ejerciendo una mayor supresión de malezas.

#### 4.3.2 Porcentaje de establecimiento de raigrás

Respecto al porcentaje de plantas de raigrás establecidas luego del inicio pastoreo, este, muestra diferencias significativas entre tratamientos, distinguiendo al Ration (C) como el de menor establecimiento a los 104 dps, mientras entre los otros dos tratamientos (la mezcla y Montoro) no se advierten diferencias significativas (cuadro No. 21).

Cuadro No. 21. Porcentaje de establecimiento de Rg por tratamiento a los 104 dps (1542 °Cd)

Tratamiento	% Establecimiento
Mezcla (A)	31,2 a
Montoro (B)	28,8 a
Ration (C)	18,0 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

Los resultados observados pudieron deberse al efecto mezcla para el tratamiento mezcla (A), mientras que, para Montoro (B), al sembrarse un menor número de semillas más pesadas se podría esperar un mayor vigor inicial, con plantas más pesadas que probablemente fueron menos susceptibles, tanto a las adversidades climáticas como a la distorsión causada por el pastoreo, en tanto, el diploide Ration (C), puede haber presentado un menor establecimiento debido a que se sembró un alto número de semillas viables (850/m<sup>2</sup>), de menor peso, generando una mayor competencia en la línea y luego esas plantas, bajo condiciones normales van a presentar mayor capacidad de macollaje (determinado genéticamente), empeorando la competencia por recursos.

La variable muestra un descenso desde las mediciones del primer período (0–57 dps) que puede deberse, entre otras, al exceso de precipitaciones (pérdida de plantas por

arrastre y anoxia) registrado en junio (160 mm en dos días), al pisoteo animal y al posible arrancado de plantas por parte de los terneros.

En este ensayo, para la mezcla, el raigrás obtuvo un porcentaje de establecimiento de 31 % a los 104 dps, este valor resulta inferior al obtenido por Etcheverry et al. (2020) que presentan un 50 % a los 99 dps para raigrás Montoro en mezcla con trébol rojo.

La última medición (104 dps) muestra una disminución del porcentaje de establecimiento en el promedio de los tratamientos de 42,8 puntos porcentuales en 78 días, lo que arroja una disminución de 0,55 puntos porcentuales por día (3,77 plantas/m<sup>2</sup>). En términos de acumulación térmica, el descenso es de 0,07 puntos porcentuales por grado día acumulado (0,1 plantas/m<sup>2</sup>).

#### 4.3.3 Porcentaje de establecimiento de trébol rojo

La media obtenida a los 104 dps (1542 °Cd) muestra un descenso desde la medición de 57 dps, ubicándose el porcentaje de establecimiento en 21 %.

Esto puede deberse a las altas lluvias de junio (concentradas en poco tiempo), al pisoteo y arrancado de plantas por parte de los terneros, enfermedades, entre otros. Sumado a estas razones, hay que tener en cuenta también como posibles razones para este bajo establecimiento, la competencia ejercida por el raigrás al sembrar la leguminosa en la misma línea (existen bibliografías que recomiendan la siembra de las leguminosas al voleo) y a la misma profundidad, reiterando que el raigrás es más competitivo por los recursos y posee mayor vigor inicial.

Etcheverry et al. (2020) obtuvieron para trébol rojo en mezcla con raigrás sembrado en línea a los 90 dps (7 kg/ha LE 116) un 35 % de plantas logradas que resulta superior al 21 % obtenido en este trabajo.

El resultado anteriormente mencionado también resulta inferior si se lo compara con los presentados por Berasain et al. (2015) que consiguieron una implantación del 31,5 % a los 90 dps, y por Formoso (2008) que obtuvo un porcentaje de implantación para esta especie de 40 y 74 % para suelo descubierto y con cobertura respectivamente a los 85 dps, mientras que, es superior al presentado por Moliterno (2000) que, para una siembra otoñal de trébol rojo en mezcla con trébol blanco, lotus y raigrás obtuvo un 8 %, y un 17 % para la mezcla de este con dactylis y lotus.

#### 4.3.4 Número de plantas de raigrás/m<sup>2</sup>

La mezcla consiguió diferenciarse del cultivar diploide puro en el número de plantas de raigrás/m<sup>2</sup> mientras el tetraploide se estableció intermedio a estos dos tratamientos en este segundo período.

Cuadro No. 22. Número de plantas Rg/m<sup>2</sup> a los 104 dps (1542 °Cd)

Tratamiento	pl. /m <sup>2</sup>
Mezcla (A)	206,7 a
Montoro (B)	155,9 ab
Ration (C)	150,8 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

Teniendo en cuenta el No, plantas de Rg/m<sup>2</sup> (covariable) que cada tratamiento presentó en la última medición del período anterior (961 °Cd), en el cuadro No. 22 se observa como la mezcla (A) se diferenció del diploide Ration (C) denotando el probable efecto que ejerció la competencia en este último debido a la alta cantidad de semillas en la línea a pesar de su mayor resistencia al pastoreo. En tanto, la mezcla no consiguió diferenciarse del tetraploide Montoro (B) debido a la mayor disponibilidad de recursos por planta como consecuencia de la menor cantidad de semilla sembrada en la línea que presenta este último.

El raigrás es descrito por Carámbula (2003) como una planta rústica, agresiva y muy macolladora, con la capacidad de soportar perfectamente tanto el pisoteo como el diente del animal, además de un ofrecer buen piso y rápido rebrote. Aun así, la variable muestra un descenso desde las mediciones del primer período (0–57 dps) explicado por el exceso de precipitaciones en el mes de junio, la incidencia de la interacción con el animal y debido a los factores anteriormente mencionados que provocaron la reducción en el porcentaje de establecimiento.

El resultado obtenido por la mezcla (207 plantas Rg/m<sup>2</sup>) resulta inferior al obtenido por Etcheverry et al. (2020) que consiguieron 261 plantas/m<sup>2</sup> de raigrás en mezcla con trébol rojo sembrado en línea a los 99 dps (con 7 kg/ha de trébol y 20 kg/ha de Montoro), aclarando que en este trabajo se sembró un kg/ha menos en trébol y los 20 kg/ha de raigrás no eran de un único cultivar, sino que se dividió en 10 kg/ha de cv. Ration y 10 kg/ha cv. Montoro. El mencionado resultado obtenido por Etcheverry et al. (2020) también es superior al tratamiento Montoro (B) de este ensayo (evidenciando un posible efecto mezcla), ya que la diferencia entre ellos son los 7 kg/ha de leguminosa, incluso con una siembra 26 días más tardía.

El número obtenido en este trabajo para plantas de raigrás/m<sup>2</sup> (207 pl./ m<sup>2</sup>) en el tratamiento mezcla está cercano al rango que recomienda Castaño, citado por Berasain et

al. (2015), que sugiere como un rango adecuado para gramíneas en mezclas 150-200 pl./m<sup>2</sup>.

#### 4.3.5 Número de plantas de trébol rojo/m<sup>2</sup>

La media para este segundo período muestra un descenso desde la medición de 57 dps, ubicándose el número de plantas/m<sup>2</sup> en 63 a los 104 dps.

Esta pérdida de plantas puede estar explicada en gran parte gracias a las condiciones climáticas de junio, donde se registraron precipitaciones de 202 mm, concentrándose la gran mayoría de estas lluvias en un corto período de tiempo. Según se observa en el balance hídrico (anexo No. 1) en el mes de junio el suelo se encuentra saturado de agua, esto favorece el escurrimiento superficial que podría provocar la pérdida de plantas por arrastre y anoxia.

Estas condiciones son desfavorables para el crecimiento del trébol debido a que como señalan Ciampitti y García (2012) no soporta el anegamiento prolongado por lo que este podría ser un motivo importante de la baja en el número de plantas de esta especie.

Otro factor que puede haber incidido en el descenso del número de plantas es el pisoteo animal ya que según Carámbula (2002a) esta especie presenta susceptibilidad de la corona debido a su superficialidad. El pastoreo se realizó con una categoría que podría considerarse liviana ya que fueron terneros Holando (87 kg promedio individual), pero en una superficie reducida (parcelas de 470 m<sup>2</sup>), resultando en una carga aproximada de 15 UG/ha, pudiendo afectar la pastura. Este pastoreo pudo haber generado también, un posible arrancado de plantas. Se debe destacar que esta especie soporta pastoreos intensos (hasta 5 cm) pero poco frecuentes (18-24 cm o 60 días), de lo contrario puede verse reducida su productividad (Carámbula, 2002a).

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

El número de plantas de trébol rojo/m<sup>2</sup> obtenido en este ensayo, resulta inferior a las 90 plantas/m<sup>2</sup> que consiguieron Berasain et al. (2015) a los 90 dps y también a las 122 plantas/m<sup>2</sup> de trébol rojo en mezcla con raigrás sembrado en línea obtenidas por Etcheverry et al. (2020) a los 99 dps (con densidad de siembra 7 kg/ha trébol).

Castaño, citado por Berasain et al. (2015), sugiere que el número adecuado de plantas para leguminosas en mezcla es de 100-150 pl./m<sup>2</sup>. Teniendo esto en cuenta, el resultado de 63 plantas/m<sup>2</sup>, está fuera de este rango y podría considerarse bajo. Si bien, Formoso (2010) cita que el trébol rojo presenta gran plasticidad morfológica por lo que

es capaz de compensar un muy bajo número de plantas/m<sup>2</sup>, aumentando marcadamente el número de tallos/plantas. Por lo que se esperaría que estas plantas presenten un aumento en su número de tallos.

#### 4.3.6 Número de macollos/m<sup>2</sup>

El análisis de esta variable arrojó diferencias entre tratamientos a los 104 dps con una acumulación térmica 1542 °Cd, posicionando al Montoro (B) como el de menor número de macollos/m<sup>2</sup>, mientras que entre los otros tres tratamientos no se encontraron diferencias significativas.

Cuadro No. 23. Número de macollo/m<sup>2</sup> según tratamiento a los 104 dps (1542 °Cd)

Tratamiento	Mac. /m <sup>2</sup>
Mezcla (A)	2387,1 a
Ration (C)	2336,4 a
Montoro (B)	1243,4 b

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )

Este resultado es esperable y puede ser explicado al igual que en el primer período, principalmente por dos factores, la ploidía de este cultivar que le determina genéticamente menor generación de macollos/planta respecto a los cultivares diploides por ejemplo el Ration (Gutiérrez y Calistro, 2013). Y, en segundo lugar, debido al mayor tamaño de semilla que determina la utilización de una menor cantidad de semillas de raigrás (a igual densidad de siembra) y consecuentemente una menor cantidad de plantas por unidad de superficie, que resulta en un menor macollaje/m<sup>2</sup>.

La activación de un mayor número de yemas que aumenta el proceso de macollaje puede explicarse según Zhang et al., citados por Arin et al. (2018) gracias a que posterior a cada pastoreo se realizó una fertilización nitrogenada haciendo que las plantas se tornaran más competitivas y presentaran una mayor capacidad de macollaje, aumentando su tamaño individual.

Casal et al. (1984), indican que en la medida que la densidad del canopeo disminuye (por pastoreo), se consigue mayor intercepción de luz por macollo y entonces el efecto fotomorfogénico de la relación rojo/rojo lejano mayor aumenta la capacidad de producir nuevos macollos.

Los 2387 macollos/m<sup>2</sup> con 688 semillas viables de raigrás/m<sup>2</sup> de la mezcla a los 104 dps en este ensayo resulta similar al resultado presentado por Etcheverry et al. (2020) que obtuvieron un promedio 2310 macollos/m<sup>2</sup> con 524 semillas viables/m<sup>2</sup> para los tres tratamientos de la mezcla corta (raigrás Montoro y trébol rojo) a los 99 dps.

En este trabajo el raigrás puro arrojó un promedio de 1780 macollos/m<sup>2</sup> (688 semillas viables/m<sup>2</sup>), que resulta similar a los 2127 ± 577 macollos/m<sup>2</sup> promedio de cinco cultivares de raigrás, sembrados puros (400 semillas viables/m<sup>2</sup>) en un promedio de dos mediciones a los 103 y 146 dps, que presentan Saldanha et al., citados por Etcheverry et al. (2020), en un experimento realizado en la EFFAS dentro de la Unidad Itabí – Tres Árboles.

#### 4.3.7 Macollo/planta

Se encontró diferencias significativas entre tratamientos a los 104 dps (1542 °Cd), siendo el Ration (C) el de mayor número de macollos/planta, con una media de 15,8. Por debajo se encuentran la mezcla (A) que obtuvo una media de 12,3, y, por último, el Montoro (B) que presentó 7,7.

Así mismo, se puede destacar el aumento desde 7,3 macollos/planta promedio que arrojó la última medición del primer período a los 57 dps hasta los 11,9 macollos/planta promedio que alcanzó a los 104 dps (posterior a dos ciclos de pastoreos).

Los resultados pueden explicarse porque el cultivar diploide Ration (C) es más macollador que el Montoro (B), generando más macollos, pero de menor tamaño, la mezcla se ubica intermedia ya que está compuesta por ambos cultivares.

Además, como se mencionó, luego de cada pastoreo, se realizó una fertilización nitrogenada, permitiendo que un mayor número de yemas se activen para comenzar el macollaje. Posterior a estas fertilizaciones, las plantas se tornaron más competitivas y presentaron una mayor capacidad de macollaje, aumentando su tamaño individual al generar un mayor número de macollos/planta (Zhang et al., citados por Arin et al., 2018).

Etcheverry et al. (2020) obtuvieron un promedio 8,9 macollos/planta para los tres tratamientos de la mezcla corta (raigrás Montoro y trébol rojo) a los 99 dps sin pastorear, resultado que parecería inferior a los 12 macollos/planta que presentó la mezcla bajo pastoreo de este ensayo, aclarando que la fracción gramínea de la mezcla estaba compuesta tanto por cv. Montoro como por cv. Ration en partes iguales.

El resultado de este ensayo también resulta superior a los aproximadamente 7 macollos/planta que observaron Dotta y Quintero, citados por Etcheverry et al. (2020) en su experimento de raigrás con leguminosas, donde además constataron que el número de macollos/m<sup>2</sup> y el número de macollos/planta comenzaron a descender luego de los 800 °Cd acumulados, situación que en el presente ensayo no sucedió.

#### 4.3.8 Hojas/macollo, altura de vaina, y altura de lámina (cm)

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para hojas/macollo a los 104 dps (1542 °Cd), donde las medias obtenidas fueron 3,2 para el Ration (C) y 3,1 para la mezcla (A) y Montoro (B).

Estos resultados concuerdan con lo que establecen Colabelli et al. (1998) sobre la existencia de un balance en el número de hojas, que generalmente no supera las tres hojas al mismo tiempo en los macollos, y establecen que para la aparición de una nueva hoja se requiere la senescencia, o defoliación de otra.

Según Donaghy y Fulkerson (2001), se podría utilizar este número (hojas/macollo) como un indicador del estado fisiológico de la planta en términos de niveles de energía de reserva necesarios para el rebrote y de adecuada calidad para la nutrición animal. Si bien se sabe que no puede ser la única medida ya que hay que evaluar alturas de ingreso y salida, así como contemplar la tolerancia de las especies asociadas para no agravar la competencia favoreciendo a las gramíneas.

Los valores obtenidos en el análisis de esta variable son similares a los presentados por Etcheverry et al. (2020) que citan un valor de 3,1 hojas/macollo en raigrás para 99 dps, y levemente inferiores a los que presenta Saldanha et al., citados por Etcheverry et al. (2020) para el promedio de dos mediciones (103 y 146 dps), donde obtuvieron 4 hojas por macollo promedio para un estudio 5 cultivares distintos de raigrás.

Para la altura de la vaina, tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tres tratamientos. Las medias en esta quinta medición fueron de 4,6 cm para el tratamiento mezcla (A), y 4,5 cm para los tratamientos Montoro (B) y Ration (C).

Carámbula (2002b), establece que existe una altura mínima de remanente para cada especie que asegura que el crecimiento posterior a un pastoreo no sea afectado negativamente. Esto debería tenerse en cuenta para decidir el momento de retirar los terneros. En el caso del raigrás, al ser una especie erecta esta altura es mayor en comparación con especies postradas. En cuanto al tratamiento mezcla, habría que tomar en consideración principalmente la altura de ambas especies y las reservas de la corona del trébol.

El raigrás debería ser pastoreado hasta una intensidad por encima de estos 5 cm de altura que presenta la vaina, ya que como establece Carámbula (2002a) es de suma importancia que el remanente sea altamente eficiente. Para que esto suceda, el remanente tiene que estar formado por hojas nuevas con alta capacidad fotosintética y bajo nivel de hojas senescentes para poder compensar temporariamente esa disminución en el índice de área foliar. Mientras que el trébol soporta mejor pastoreos rotativos o

cortes que pastoreos continuos, admite pastoreos intensos (hasta 5 cm) pero poco frecuentes (18-24 cm o 60 días).

Si el índice de área foliar remanente permite a la pastura quedar en una situación de equilibrio entre fotosíntesis y respiración (punto de compensación), el rebrote podrá iniciarse sin la necesidad de tener que recurrir a las sustancias de reservas ubicadas en los órganos subterráneos (Jacques, citado por Carámbula, 2002b).

Por último, según Gutiérrez y Calistro (2013) los tetraploides requieren un manejo del pastoreo más ajustado y mayor altura del forraje remanente.

Para la altura de lámina tampoco se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos, por lo que se puede decir que el pastoreo equilibrio las diferencias observadas a los 57 dps. Se obtuvo medias de 22,2 cm para Montoro (B), 19,7 cm para Ration (C), y por último 15,8 cm para la mezcla (A).

#### 4.3.9 Peso individual y producción total de raigrás a 104 dps (ttMS/ha)

El peso de individual de la planta de gramínea no registró diferencias significativas entre tratamientos como se observa en el cuadro No. 24, pero se aprecia un aumento de los valores en comparación a la media obtenida a los 57 dps para el promedio de todos los tratamientos (0,68 vs. 1,15 gMS/planta).

Estos resultados pueden deberse entre otros factores al aumento de los macollos/planta debido al efecto del pastoreo, además del aumento de tamaño de los propios macollos, pudiendo también existir algún efecto por la mayor disponibilidad de recursos al sucederse una disminución en el número de plantas, sumado a las fertilizaciones nitrogenadas realizadas luego de cada pastoreo.

A partir de los pesos individuales de planta, y del número de plantas/m<sup>2</sup> se estimó la producción total acumulada a los 104 dps (1542 °Cd) en ttMS/ha, posterior a dos ciclos de pastoreos de promedio 16 días, donde se observa que la mezcla (A) consiguió una mayor producción de materia seca respecto al diploide Ration (C), mientras que el tetraploide Montoro (B) se mantuvo intermedio a ambos.

Cuadro No. 24. Peso individual (gMS) y producción total (ttMS/ha) de Rg acumulada a los 104 dps por tratamiento

Tratamiento	Peso pl. (gMS)	No. pl. Rg/m <sup>2</sup>	ttMS/ha
Mezcla (A)	1,1	206,7	2,53 a
Montoro (B)	1,4	155,9	2,17 ab
Ration (C)	1,1	150,8	1,87 b

Letras distintas indican diferencias significativas (p ≤ 0,10)



El resultado obtenido para la mezcla en este trabajo (2,53 ttMS/ha) se aproxima al obtenido por Berasain et al. (2015) a los 90 dps para una mezcla de *Lolium perenne* y *Trifolium pratense* que presenta 2,4 ttMS/ha con una relación parte aérea/radicular de 2,69. Mientras que se resulta inferior a los datos que citan Etcheverry et al. (2020) que obtuvieron para la mezcla de raigrás y trébol rojo sembrada en línea un total 3,62 ttMS/ha con una relación parte aérea/radicular de 2,47 a los 99 dps, estos valores fueron obtenidos sin pastoreo.

## 5. CONCLUSIONES

Las mezclas presentaron mayor implantación inicial y número de plantas/m<sup>2</sup> de *Lolium multiflorum*, indicando un efecto de complementación al incluir la leguminosa y los cultivares de raigrás (largo de ciclo, características estructurales, etc).

El trébol rojo presentó menores porcentajes de implantación y establecimiento lo cual era esperable dada la alta capacidad de competencia del raigrás (mayor número de semillas, plantas y vigor inicial).

Los componentes del rendimiento fueron diferentes según el cultivar de raigrás. Ration mostró un mayor número de macollos más livianos con respecto a Montoro.

El efecto del pastoreo permitió la entrada de luz, modificando la relación R/RL, y conjuntamente con la fertilización nitrogenada promovió el macollaje fundamentalmente en el cultivar Ration.

El número final de trébol rojo (64/m<sup>2</sup>) se considera adecuado como para obtener una aceptable producción de forraje y fijación simbiótica futura.

## 6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la UdelaR. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental “Mario A. Cassinoni”, Paysandú, Uruguay), ubicada sobre Ruta 3, km. 363. El experimento se encontró dentro del área perteneciente a la evaluación de pasturas bajo riego y el período temporal del experimento ocupó desde abril hasta julio de 2019. El potrero utilizado para el desarrollo del trabajo se encuentra dentro de la Unidad de Suelos San Manuel. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, tres tratamientos con tres repeticiones para los puros y seis para la mezcla, totalizando doce parcelas de 0,04 ha aproximadamente. Los tratamientos sembrados el 2 de abril fueron los siguientes: *Lolium multiflorum* (raigrás) puro cv. Montoro, como tratamiento B, *Lolium multiflorum* (raigrás) puro cv. Ration, como el tratamiento C y por último la mezcla de ambos con la inclusión de *Trifolium pratense* cv. LE 116, como tratamiento A. El método de evaluación de implantación y crecimiento fue mediante la contabilización de plantas/macollas en rectángulos de medición en seis muestras marcadas con estacas colocadas al azar en cada uno de los tratamientos de los tres bloques (totalizando 72 muestras), esto fue realizado en cinco mediciones a los 27, 44, 57, 80 y 104 dps, en estas visitas además se realizó la medición de otras variables en el laboratorio en seis plantas extraídas al azar de cada uno de los tratamientos de los tres bloques. El objetivo del experimento fue la evaluación de la implantación, y el crecimiento bajo pastoreo de dos raigrases anuales de diferente ploidía y largo de ciclo, sembrándolos puros y en mezcla con la inclusión de una leguminosa (*Trifolium pratense*). También se evaluó la implantación de trébol rojo, plantas/m<sup>2</sup> (para ambas especies), macollos/m<sup>2</sup>, macollo/planta, hojas/macollo, altura de vaina y de lámina, peso seco individual de planta y se estimó la producción total a los 57 y 104 dps (ttMS/ha) para raigrás. El pastoreo se realizó con terneros raza Holando, con un peso promedio de 87 kg y promedio de 3 meses de edad aproximadamente que ingresaron el 30 mayo y realizaron varios ciclos de pastoreos. Se evaluó la implantación y el crecimiento de ambas especies en los diferentes tratamientos en dos períodos, el primero desde la siembra hasta el comienzo del pastoreo y el segundo desde allí hasta los 104 dps. La implantación general promedio total a los 57 dps fue de 33 % y a los 104 dps esta bajó a 24,5 %. En el primer período la mezcla obtuvo mayor porcentaje de implantación de raigrás y número de plantas/m<sup>2</sup> con respecto a los tratamientos puros, mientras el trébol obtuvo una implantación menor al raigrás. Los valores de macollo/m<sup>2</sup> aumentaron a través de los días pos siembra y fueron mayores en el tratamiento mezcla y el Ration respecto al Montoro puro, mientras que los macollos/planta también aumentaron a través de los dps teniendo un comportamiento similar tanto con mezclas como en puros. Las hojas/macollo aumentaron de forma similar entre todos los tratamientos a medida que la acumulación térmica fue mayor. En cuanto a la altura de la vaina no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero el cultivar Montoro obtuvo una mayor altura de lámina. La producción total acumulada a los 57 días pos siembra fue similar en todos los tratamientos. En el segundo período (con dos ciclos de pastoreo) se obtuvo un mayor

porcentaje de implantación de raigrás y total en tratamientos mezcla y en el Montoro puro, con diferencias significativas sobre el cultivar puro Ration, el trébol se mantuvo con una implantación menor al raigrás. El número de plantas de raigrás y trébol disminuyó en el transcurso del experimento, pero para el caso del raigrás el aumento de los macollos/planta generó una compensación haciendo que los macollos/m<sup>2</sup> aumentaran de todas formas. Las hojas/macollo continuaron con la misma tendencia sin mostrar diferencias significativas entre tratamientos al igual que la altura de vaina y lámina. Respecto a la producción acumulada a los 104 días el comportamiento se repite sin mostrar diferencias entre tratamientos luego del pastoreo.

Palabras clave: Implantación; Raigrás; Trébol rojo; Macollaje; Mezcla; Puro.

## 7. SUMMARY

The present work was carried out at UdelaR. Faculty of Agronomy. EEMAC (Experimental Station "Mario A. Cassinoni", Paysandú, Uruguay) located on Route 3, km. 363. The experiment was located within the area belonging to the evaluation of pastures under irrigation and the temporal period of the experiment was from April to July 2019. The paddock used for the development of the work is located within the San Manuel Soil Unit. The experimental design was a randomized complete block design, three treatments with three replicates for the pure and six for the mixture, totalling twelve plots of approximately 0.04 ha. The treatments sown on April 2<sup>nd</sup>. were the following: *Lolium multiflorum* (ryegrass) pure cv. Montoro, as treatment B, *Lolium multiflorum* (ryegrass) pure cv. Ration, as treatment C and finally the mixture of both with the inclusion of *Trifolium pratense* cv. LE 116, as treatments A. The method of evaluation of implantation and growth was by counting plants/macollas in measuring rectangles in six stakes randomly placed in each of the treatments of the three blocks (totaling 72 stakes), this was done in five measurements at 27, 44, 57, 80 and 104 days post planting, in these visits were also performed the measurement of other variables in the laboratory in six plants taken at random from each of the treatments of the three blocks. The objective of the experiment was to evaluate the implantation and growth under grazing of two annual ryegrasses of different ploidy and cycle length, sown pure and in mixture with the inclusion of a legume (*Trifolium pratense*). The implantation of red clover, plants/m<sup>2</sup> (for both species), tillers/m<sup>2</sup>, tillers/plant, leaves/plant, sheath and blade height, individual plant weight and total biomass (ttMS/ha) at 57 and 104 days post planting were also evaluated for ryegrass. The grazing was carried out with Holando calves, with an average weight of 87 kg and an average age of approximately 3 months, which entered on May 30<sup>th</sup>. and carried out several grazing cycles. The implantation and growth of both species in the different treatments were evaluated in two periods, the first from seeding to the beginning of grazing and the second from there to 104 days post planting. The overall average overall establishment at 57 days post planting was 33 % and at 104 days post planting it dropped to 24.5 %. In the first period, the mixtures obtained a higher percentage of ryegrass implantation and number of plants/m<sup>2</sup> with respect to the pure treatments, while clover obtained a lower implantation than ryegrass. The values of tillers/m<sup>2</sup> increased through the days after sowing and were higher in the mixed treatments and the Ration with respect to pure Montoro, while tillers/plant also increased through the days post planting having a similar behavior with both mixed and pure treatments. Leaves/plant increased similarly among all treatments as thermal accumulation increased. In terms of mean height there was no significant difference between treatments, but the Montoro cultivar obtained a greater final height. Total biomass accumulated at 57 days post planting was similar in all treatments. In the second period (with two grazing cycles), a higher percentage of ryegrass and total implantation was obtained in mixed treatments and in the pure Montoro, with significant differences over the pure cultivar Ration, clover remained with a lower implantation than ryegrass. The number of ryegrass and clover plants

decreased over the course of the experiment, but in the case of ryegrass the increase in tillers/plant generated a compensation causing tillers/m<sup>2</sup> to increase anyway. Leaves/plant continued with the same trend with no significant differences between treatments, as did mean and final height. Regarding the accumulated biomass at 104 days, the behavior was repeated without showing differences between treatments after grazing.

Key words: Implantation; Ryegrass; Red clover; Tillering; Mixture; Pure.

## 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 segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 102 p.
2. Agnusdei, M.; Colabelli, M.; Mazzanti, A.; Lavreux, M. 1998. Fundamentos para el manejo de pastizales y pasturas cultivadas de la pampa húmeda bonaerense. INTA Balcarce. Boletín Técnico no. 147. 16 p.
3. Agostinetto, D.; Ferreira, F. B.; Stoch, G.; Fernandes, F. F.; Pinto, J. J. O. 2000. Adaptação de espécies utilizadas para cobertura de solo no sul do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agrociências. 6 (1):47-52.
4. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t. 1, 96 p.
5. Altier, N. 1996. Impacto de las enfermedades en la producción de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 47-56 (Serie Técnica no. 80).
6. \_\_\_\_\_. 2003. Caracterización de la población de *Fusarium oxysporum* y potencial patogénico del suelo bajo rotaciones agrícola ganaderas. In: Simposio 40 Años de Rotaciones Agrícolas-Ganaderas (2003, La Estanzuela, Colonia, UY). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 37-44 (Serie Técnica no. 134).
7. \_\_\_\_\_. 2010. Enfermedades de pasturas. In: Altier, N.; Rebuffo, M.; Cabrera, K. eds. Enfermedades y plagas en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 19-35 (Serie Técnica no. 186).
8. Alzugaray, R.; Ribeiro, A. 2000. Insectos en pasturas. In: Zerbino, M.; Ribeiro, A. eds. Manejo de plagas en pasturas y cultivos. Montevideo, INIA. pp. 13-28 (Serie Técnica no. 112).
9. Améndola, L.; Armentano, S. 2003. Implantación y producción forrajes sobre rastrojos de cultivos de verano en sistemas de siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 85 p.

10. Anslow, R. C.; Green, J. O. 1967. The seasonal growth of pasture grasses. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*. 68:22-109.
11. Arin, M. J.; Dabezies, S.; Garese, J.; Maihlos, M. E. 2018. Efecto de la incorporación de nitrógeno y leguminosas en verdeos anuales invernales en el establecimiento y la producción inicial. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 95 p.
12. Askin, D. C. 1990. Pasture establishment. *In*: Langer, R. H. M. ed. *Pasture: their ecology and management*. Auckland, New Zealand, Oxford University. pp. 132-156.
13. Ayala, W.; Bemhaja, M.; Cotro, B.; Docanato, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C.; Silva, J. 2010. Forrajeras: catálogo de cultivares 2010. Montevideo, INIA. 134 p.
14. Bao, L. 2010. Enfermedades y plagas en pasturas. Importancia de los pulgones como plagas de pasturas. *In*: Altier, N.; Rebuffo, M.; Cabrera, K. eds. *Enfermedades y plagas en pasturas*. Montevideo, INIA. pp. 73-82 (Serie Técnica no. 183).
15. Bayce, D.; Caldeyro, E.; Puppo, E. 1984. Siembra de gramíneas nativas sobre tapiz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 235 p.
16. Benjamin, L. 1990. Variation in time of seedling emergent within populations; a feature that determines individual's growth and development. *Advances in Agronomy*. 44:1-25.
17. Berasain Gomes de Freitas, I.; Duret Vignolo, L.; Sosa Reverditto, E. 2015. Evaluación de la implantación de tres mezclas forrajeras en siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 72 p.
18. Blanco, C. 2008. Establecimiento de gramíneas forrajeras perennes en basalto en siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 119 p.
19. Bobadilla, S. 2010. Implantación de pasturas en el Noreste de Chubut. Esquel, INTA. pp. 167-170.



20. Bologna, J.; Hill, W. 1993. Implantación de especies, variedades y poblaciones de forrajeras sembradas en cobertura sobre campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 412 p.
21. Bordoli, J. s.f. Fertilización de pasturas de leguminosas y mezcla de gramíneas y leguminosas. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. 9 p. Consultado oct. 2020. Disponible en <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/12%20-%20Fertilizacion%20de%20Pasturas.pdf>
22. Brito del Pino, G.; Colella, A.; Crosta, D.; Morales, C. J. 2008. Relevamiento de implantación de pasturas con gramíneas perennes en Basamento Cristalino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 125 p.
23. Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales, AR. 2010. Implantación. (en línea). Buenos Aires, Argentina. 4 p. Consultado dic. 2020. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/166-luz\\_implantacion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/166-luz_implantacion.pdf)
24. Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. 1997. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. 145 p.
25. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
26. \_\_\_\_\_. 1985. Implantación de praderas. Montevideo, Facultad de Agronomía. 10 p.
27. \_\_\_\_\_.; Ayala, W.; Carriquiry, E.; Bermúdez, R. 1994. Siembra de mejoramientos en cobertura. Montevideo, INIA. 20 p. (Boletín de Divulgación no. 46).
28. \_\_\_\_\_. 1997. Actualización de información tecnológica sobre pasturas en producción extensiva In: Vaz Martins, D.; Carámbula, M.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 7-11 (Serie Técnica no. 13).
29. \_\_\_\_\_. 2002a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.

30. \_\_\_\_\_. 2002b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2. 371 p.
31. \_\_\_\_\_. 2003. ¿Qué tipo de raigrás debería utilizar? Revista del Plan Agropecuario. no. 105:52-55.
32. Casal, J.; Deregibus, A.; Sánchez, R. 1984. Influencia de la calidad de luz sobre el macollaje de gramíneas forrajeras. Revista Argentina Producción Animal. 4 (3):279-288.
33. Castaño, J. P.; Giménez, A.; Ceroni, M.; Furest, J.; Aunchayna, R.; Bidegain, M. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. (en línea). Montevideo, INIA. 34 p. (Serie Técnica. no. 193). Consultado set. 2020. Disponible en <http://inia.uy/Documentos/Privados/GRAS/Caracterizacion-agroclimatica/carac-agro-2010.pdf>
34. Castiglioni, E. 2001. Manejo de la fauna e insectos plaga del suelo. In: Díaz Roselló, R. ed. Siembra directa en el cono Sur. Montevideo, PROCISUR. pp. 89-101.
35. Castro, M.; Pereyra, S.; Vera, M.; Cardozo, V. 2016. Raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.). (en línea). In: Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras: anuales, bianuales y perennes, período 2016. Montevideo, INIA. pp. 16-17. Consultado nov. 2020. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/Evaluacion\\_EF/Ano2016/PubForrajerasPeríodo2016.pdf](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2016/PubForrajerasPeríodo2016.pdf)
36. Chapman, D. F.; Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: Baker, M. J. ed. Grassland of our World. Wellington, SIR. pp. 95-104.
37. Ciampitti, I. A.; García, F. O. 2012. Requerimientos nutricionales absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. II Hortalizas, Frutales y Forrajeras. IPNI Cono Sur. Archivo Agronómico. no. 12:1-4.
38. Clemente, R.; Gutiérrez, J. 2000. Dinámica poblacional y persistencia de leguminosas sembradas en cobertura sobre suelos de basalto 65 profundo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 72 p.

39. Colabelli, M.; Urcola, H.; Agnusdei, M. 1995. Intersiembra de leguminosas en el suelo de aptitud agrícola. 1. Efecto de la época de intersiembra y la distancia entre surcos sobre el establecimiento de las especies intersembradas. Balcarce, Universidad Nacional Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias/INTA. EEA Balcarce. pp. 77-86.
40. \_\_\_\_\_; Agnusdei, M.; Mazzanti, A.; Lavrebeux, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. INTA. Boletín Técnico no. 148. 12 p.
41. Dabalá, L. 2009. Guía de siembra directa. Montevideo, Uruguay, Asociación Uruguaya Pro Siembra Directa. 44 p.
42. Díaz, J.; Moor, J. 1980. Estudio sobre densidades y métodos de siembra de praderas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 134 p.
43. Donaghy, D. J.; Fulkerson, W. J. 2001. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence-key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture. 41 (2):261-275.
44. DSV SEMILLAS (Deutsche Saatveredelung, AR). 2019. Catálogo. (en línea). Buenos Aires. 1 p. Consultado set. 2020. Disponible en [https://www.dsv-semillas.com.ar/pdflink/en/24f96f7f-45b2-11e5-b356-d43d7eecef5e/43bf65e5-98b5-11e9-b729-d43d7eecef5e.pdf/20210223\\_MONTORO.pdf](https://www.dsv-semillas.com.ar/pdflink/en/24f96f7f-45b2-11e5-b356-d43d7eecef5e/43bf65e5-98b5-11e9-b729-d43d7eecef5e.pdf/20210223_MONTORO.pdf)
45. Duarte, G. 2003. Fertilización de pasturas en la región de la pampa arenosa. Agromercado. Cuadernillo forrajero. no. 73. pp. 1-7.
46. Dubourdieu, J.; Frache, F. 2016. Evaluación de la implantación de diferentes mezclas forrajeras perennes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 74 p.
47. Dutra De Moraes, P. V.; Agostinetto, D.; Panozzo, L. E.; Oliveira, C.; Vignolo, G. K.; Markus, C. 2013. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas e desempenhoproductivo da cultura do milho. Ciencias Agrarias (Londrina). 34(2):497-508.
48. Ernst, O. 2000. Siete años de siembra sin laboreo: nota técnica. Cangüé. no. 20:19-23.

49. \_\_\_\_\_.; Siri, G. 2008. Sistemas de laboreo y rotación de cultivos en Uruguay: resumen de resultados. Cangüé. no. 30:2-8.
50. Etcheverry, R.; Etcheverry, R.; González, J. 2020. Implantación y producción inicial de dos mezclas forrajeras con diferentes sistemas de siembra. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.
51. FAO (Food and Agriculture Organization, IT). 1991. Establecimiento y cultivo de especies adecuadas para la henificación. (en línea). Roma. s.p. Consultado nov. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/x7660s/x7660s08.htm#TopOfPage>
52. Fariña, M.; Saravia, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 83 p.
53. Félix, E.; Urioste, S. 2016. Primer reporte de resistencia a glifosato en poblaciones de *Lolium multiflorum* Lam en Uruguay y susceptibilidad de estas a herbicidas inhibidores de la Accasa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 34 p.
54. Ferrari, H. s.f. Consideraciones a tener en cuenta en la sembradora para lograr una buena implantación de pasturas. (en línea). Concepción del Uruguay, INTA. 4 p. Consultado dic. 2020. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/187-implantacion\\_pasturas-2.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/187-implantacion_pasturas-2.pdf)
55. Ferrari, O. 2014. Influencia del rastrojo del cultivo antecesor en la siembra directa de pasturas. Buenos Aires, Grupo Guarino. s.p.
56. Finozzi, G.; Quintana, P. 2000. Implantación de gramíneas y leguminosas en tres suelos y tapices de basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 142 p.
57. Fontaneto, H.; Keller, O. 2001. Efecto de diferentes labranzas sobre propiedades edáficas de un Argisol y rendimientos de trigo y soja con 2 secuencias agrícolas en la región pampeana Norte de Argentina. In: Díaz Roselló, R. ed. Siembra directa en el cono Sur. Montevideo, Uruguay, PROCISUR. pp. 275- 288.

58. Formoso, F. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
59. \_\_\_\_\_. 2005. Comportamiento de 12 especies forrajeras sembradas sobre diferentes rastrojos de cultivos de verano en siembra directa. In: Día de Campo Manejo de Cultivos y Pasturas en Siembra Directa (2005, La Estanzuela). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 1-5 (Actividades de Difusión no. 430).
60. \_\_\_\_\_. 2006. Instalación y manejo de pasturas para el litoral Oeste. In: Seminario de Actualización Técnica (1º., 2006, La Estanzuela). Instalación de pasturas, conceptos claves. Montevideo, INIA. pp. 1-11.
61. \_\_\_\_\_. 2007a. Conceptos sobre implantación de pasturas. In: Jornada de Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 19-39 (Actividades de Difusión no. 483).
62. \_\_\_\_\_. 2007b. Manual para la siembra directa. Montevideo, INIA. 148 p. (Serie Técnica no. 161).
63. \_\_\_\_\_. 2008. Instalación de pasturas. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 125:52-56. Consultado dic. 2020. Disponible en [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R125/R\\_125\\_52.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R125/R_125_52.pdf)
64. \_\_\_\_\_. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semilla. Montevideo, INIA. 183 p. (Serie Técnica no. 182).
65. \_\_\_\_\_. 2011. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad de forraje. Efectos del stress ambiental e interferencia de gramilla. Montevideo, INIA. 302 p. (Serie Técnica no. 188).
66. Friesen, D.; Orgoroso, S.; Silveira, F. 2002. Implantación y desarrollo de especies forrajeras sobre dos tipos de rastrojos de sorgo en siembra directa y laboreo convencional. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 187 p.
67. Gallego J. J.; Barbarossa, R. A.; Murray, F.; Miñón D. P. 2013. Producción de forraje de cultivares de trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) bajo riego en valles norpatagónicos. Río Negro, INTA. pp. 33-39 (Serie técnica no. 33).

68. García, J.; Rebuffo, M.; Formoso, F. 1991. Las forrajeras de la Estanzuela. Montevideo, INIA. 15 p. (Boletín de Divulgación no. 7).
69. \_\_\_\_\_. 1992. Persistencia de leguminosas. Revista INIA. Investigación Agronómica. 2:143-156.
70. García-Favre, J.; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M.; Boggiano, P. 2017. Incidencia de variables biológicas y edáficas en el establecimiento de mezclas forrajeras. Agro Sur. 45(1):3-10.
71. García, S. C.; Mazzanti, A. 1993. Fertilización nitrogenada en ryegrass anual cv. "Grassland Tama". In: Jornada de Producción de Carne y Leche (2001, Tandil). Trabajos presentados. Tandil, CREA. s.p.
72. García Préchac, F. 1998. Fundamentos de la siembra directa y su utilización en Uruguay. In: Curso de Actualización sobre Siembra Directa (1998, Montevideo). Textos. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 1-5.
73. Gomes de Freitas, S.; Klaassen, A. 2011. Efecto de la fecha de siembra y tipo de barbecho en la implantación y producción inicial de mezclas con *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad Agronomía. 131 p.
74. Gomide, J. A. 1997. Morphogenesis and growth analysis of tropical grasses. In: International Symposium on Animal Production under Grazing (1997, Vicosa, MG, Brasil). Proceedings. s.n.t. pp. 97-115.
75. Gutiérrez, F.; Calistro, E. 2013. Nuevas opciones de verdeos de raigrás para las siembras de otoño. Revista INIA. no. 32:28-30.
76. Harper, J. 1977. Population Biology of Plants. London, Academic Press. 892 p.
77. Hermawan, B.; Bomke, A. 1997. Effects of Winter cover crops and successive spring tillage on soil aggregation. Soil and Tillage Research. 44:109-120.
78. Hernández, J.; Casanova, O.; Zamalvide, J. P. 1988. Capacidad de suministro de potasio en suelos del Uruguay. Facultad de Agronomía (Montevideo). Boletín de Investigación no. 19. 20 p.

79. Langer, R. H. M. 1981. Crecimiento de gramíneas y tréboles. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 47-73.
80. La Paz, 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. 137 p.
81. Lemaire, G.; Chapman, D. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. In: Hodgson, J.; Illius, A. W. eds. The Ecology and Management of Grazing Systems. Wallingford, CAB International. pp. 3-35.
82. \_\_\_\_\_; Agnusdei, M. 2000. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; De Moraes, A.; Nabinger, C.; de Faccio Carvalho, P. C. eds. Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. Oxford, CAB International. pp. 265-287.
83. Mc William, J.; Dowling, P.; Clements, J. R. 1970. Some factors influencing the germination and early seedling development of pasture plants. Australian Journal of Agricultural Research. 21(1):19-32.
84. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 1971. Factors influencing the germination and establishment of pasture seed on the soil surface. In: International Grassland Congress (11<sup>th</sup>., 1970, Queensland, Australia). Proceedings. Queensland, CSIRO. pp. 578-583.
85. Mangado, B.; Saint-Girons, F. 2017. Efecto de la implantación de verdeos puros y en mezclas con leguminosas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 64 p.
86. Marino, M. A. 1996. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento invierno primaveral, la composición química y calidad del forraje de *Avena sativa* y *Lolium multiflorum* Lam. Tesis Magister Scientiae. San José de Balcarce, Argentina. Universidad Nacional Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 104 p.
87. Martino, D. 1997. Siembra directa en los sistemas agrícolas ganaderos del litoral. Montevideo, INIA. 28 p. (Serie Técnica no. 82).
88. MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, UY). 2008. Colección nacional de cepas de *Rhizobium* spp. Montevideo, Uruguay. pp. 1-18.
89. \_\_\_\_\_. 2009. Guía de siembra directa. Montevideo. 47 p.

90. \_\_\_\_\_. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2017. Anuario estadístico agropecuario 2017. (en línea). Montevideo. 214 p. Consultado ene. 2021. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/diea-anuario2017web01a.pdf>.
91. Molfino, J. H.; Califra, A. 2001. Agua disponible de las tierras del Uruguay. (en línea). Montevideo, MGAP. s.p. Consultado 20 mar. 2020. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807174344.pdf>
92. Moliterno, E. 2000. Caracterización de la producción inicial de diversas mezclas forrajeras. *Agrociencia (Uruguay)*. 4 (1):31-49.
93. Morón, A. 2001. El rol de los rastrojos en la fertilidad del suelo. In: Díaz Rosselló, R. ed. *Siembra directa en el cono Sur*. Montevideo, Uruguay, PROCISUR. pp. 387- 406.
94. Muslera, E.; Ratera, C. 1984. *Praderas y forrajes: producción y aprovechamiento*. Madrid, España, Mundi-Prensa. 702 p.
95. Nabinger, C.; de Faccio Carvalho, P. C. 2009. Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. *Agrociencia (Uruguay)*. 13 (3):18-27.
96. Nair, R. M. Developing tetraploid perennial ryegrass (*Lolium perenne L.*) populations. (en línea). *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 47(1):45-49. Consultado ene. 2020. Disponible en <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00288233.2004.9513569#preview>.
97. Olmos, F. 2001. Mejoramiento de pasturas con Lotus en la región Noreste. Montevideo, INIA. 48 p. (Serie Técnica no.124).
98. Palacio, L. 2015. Implantación de mezclas forrajeras con gramíneas perennes con riego y sin riego suplementario. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 83 p.
99. Pauletti, M. 2015. El cultivo del raigrás. *Revista del Plan Agropecuario*. no. 155:56-58.



100. Pautasso, J. 2013. Implantación de pasturas base alfalfa. (en línea). Paraná, INTA. 1 p. Consultado dic. 2020. Disponible en [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-\\_implantacin\\_de\\_pasturas\\_base\\_alfalfa.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_implantacin_de_pasturas_base_alfalfa.pdf)
101. Perdomo, C. 2009. Recomendaciones de dosis de fertilización. Montevideo, Facultad de Agronomía. 35 p.
102. Pereyra, S.; Díaz, M.; Stewart, S. 1996. Enfermedades de trigo y cebada en siembra directa. In: Jornada de Cultivos de Invierno (1996, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 10-13 (Actividades de Difusión no. 94).
103. Pérez, C.; Arias, A.; Altier, N. 2010. Enfermedades y plagas en pasturas. Manejo de enfermedades de implantación en leguminosas forrajeras, con especial énfasis en el uso de agentes de biocontrol. In: Altier, N.; Rebuffo, M.; Cabrera, K. eds. Enfermedades y plagas en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 111- 122 (Serie Técnica no. 183).
104. Pritsch, O. 1980. Épocas de siembra y manejo de cortes en la producción de semillas de raigrás anual (*Lolium multiflorum Lam.*) cv. La Estanzuela 284. Investigaciones Agronómicas. no. 1:18-23.
105. Rebuffo, M.; Altier, N.; Phil, M. 1996. Mejoramiento genético de trébol rojo. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 151-153 (Serie Técnica no. 80).
106. \_\_\_\_\_. 2000. Implantación. In: Rebuffo, M.; Risso, D.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 29- 36 (Boletín de Divulgación no. 69).
107. Ríos, A. 1996. Consideraciones para el manejo eficiente de las malezas en forrajeras. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 77-84 (Serie Técnica no. 80).
108. \_\_\_\_\_. 2007. Manejo de malezas en pasturas. (en línea). In: Jornada de Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 39-50 (Actividades de Difusión no. 483). Consultado dic. 2020. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/494/1/111219220807120047.pdf>

109. Risso, D. 1991. Siembras en el tapiz, consideraciones generales y estado actual de la información en la zona de suelos sobre cristalino. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 71-82 (Serie Técnica no. 13).
110. Rosengurtt, B.; Arrillaga De Maffei, B.; Izaguirre De Artucio, P. 1970. Gramíneas uruguayas. Montevideo, Universidad de la República. Departamento de Publicaciones. 491 p.
111. Schneiter, O. 2005. Mezclas de especies forrajeras templadas. In: Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina). Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. s.p.
112. Smethan, M. L. 1981. Manejo del pastoreo. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 209-270.
113. Triñanes, E.; Uriarte, C. 1984. Efecto residual del rastrojo de girasol, maíz, soja y sorgo en el crecimiento y producción de trigo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 112 p.
114. UdelaR. FA (Universidad de la República. Facultad de Agronomía, UY). 2019. Resumen meteorológico del año anterior. (en línea). Paysandú. 1 p. Consultado set. 2020. Disponible en <https://ingbio.paap.cup.edu.uy/~estmet/NOAAPRYR.TXT>
115. Vernet, E. 2005. Manual de consulta para implantación de pasturas. Buenos Aires, Argentina, s.e. 48 p.
116. Watson, D. J. 1947. Comparative physiological studies in the growth of field crop. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany*. 11:41-76.
117. White, J. G. H. Establecimiento de las pasturas. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 149-184.
118. Zanoniani, R.; Ducamp, F.; Bruni, M. 2003a. Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal (en línea). Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. 8 p. Consultado oct. 2020. Disponible en <https://www.produccion->

[animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_verdeos\\_invierno/66-verdeos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/66-verdeos.pdf)

119. \_\_\_\_\_.; Noëll, S. 2003b. Verdeos de invierno: condicionantes de manejo de un buen verdeo. (en línea). UEDY. Cartilla no. 5. 5 p. Consultado nov. 2020. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_verdeos\\_invierno/05-verdeos\\_de\\_invierno.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/05-verdeos_de_invierno.pdf)
120. \_\_\_\_\_. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. Montevideo. Agrociencia (Uruguay). 14 (3):26-30.
121. \_\_\_\_\_.; Lattanzi, F. 2017. Rol de las pasturas cultivadas en sistemas de producción basados en campo natural (en línea). In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur, Grupo Campos (24<sup>a</sup>, 2017, Tacuarembó). Actas. Montevideo, INIA. pp. 24-28. Consultado nov. 2021. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12171/1/Lattanzi-F.-Grupo-Campo-2017-2.pdf>

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Balance hídrico para el período en estudio

Mes	PP. *(mm)	ETP. **(mm)	PP. – ETP. (mm)	Alm. (mm)	Var. alm.
Febrero	104,6	120	-15,4	64,6	-15,4
Marzo	69	89	-20	44,6	-20
Abril	67,4	76	-8,6	36	-8,6
Mayo	99,7	50	49,7	80	44
Junio	202,4	41	161,4	80	0
Julio	28,2	53	-24,8	55,2	-24,8
Agosto	104,4	68	36,4	80	24,8

\* Precipitaciones mensuales \*\* Evapotranspiración potencial  
CAAD (capacidad de almacenaje de agua disponible) del suelo: 80 mm.

### Anexo 2. Imágenes ilustrativas del método asumido para estimar las alturas de lámina y vaina



a. Altura de lámina y b. Altura de vaina.

Anexo 3. Porcentaje de implantación general en el período 1 (0 – 57 dps)

% implantación general

% Impl. general

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
% Impl. general	27	0,89	0,86	13,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	4958,51	6	826,42	26,98	<0,0001
Trat.	714,79	2	357,40	11,67	0,0004
°Cd	4217,07	2	2108,54	68,83	<0,0001
Bloque.	26,65	2	13,32	0,43	0,6533
Error	612,68	20	30,63		
Total	5571,19	26			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,67774

Error: 30,6339 gl: 20

Trat. Medias n E.E.

A 46,90 9 1,84 A

B 42,77 9 1,84 A

C 34,52 9 1,84 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,67774

Error: 30,6339 gl: 20

°Cd Medias n E.E.

504,90 59,07 9 1,84 A

765,20 32,88 9 1,84 B

961,50 32,24 9 1,84 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,67774

Error: 30,6339 gl: 20

Bloque. Medias n E.E.

1 42,80 9 1,84 A

3 40,74 9 1,84 A

2 40,64 9 1,84 A

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

Anexo 4. Porcentaje de implantación de raigrás en el período 1 (0 – 57 dps)

% impl. Rg.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
% Impl. Rg	27	0,90	0,86	15,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	8381,81	6	1396,97	28,62	<0,0001
Trat.	2854,78	2	1427,39	29,25	<0,0001
°Cd	5415,44	2	2707,72	55,48	<0,0001
Bloque.	111,60	2	55,80	1,14	0,3387
Error	976,12	20	48,81		
Total	9357,93	26			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=7,16656

Error: 48,8060 gl: 20

Trat. Medias n E.E.

A 59,26 9 2,33 A

B 42,77 9 2,33 B

C 34,52 9 2,33 C

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=7,16656

Error: 48,8060 gl: 20

°Cd Medias n E.E.

504,90 65,47 9 2,33 A

765,20 37,06 9 2,33 B

961,50 34,02 9 2,33 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=7,16656

Error: 48,8060 gl: 20

Bloque. Medias n E.E.

1 48,28 9 2,33 A

2 44,82 9 2,33 A

3 43,44 9 2,33 A

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

Anexo 5. Porcentaje de implantación de trébol rojo en el período 1 (0 – 57 dps)

% impl. TR.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% Impl. TR	18	0,5	0,4	26,9

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1374,1	4	343,5	3,96	0,0257
Dps.	1118,4	2	559,2	6,45	0,0113
Bloque.	255,7	2	127,8	1,48	0,2646
Trat.	0,0	0	0,0	sd	sd
Error	1126,5	13	86,7		
Total	2500,6	17			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=12,08138

Error: 86,6575 gl: 13

Dps.	Medias	n	E.E.	
27	45,6	6	3,96	A
57	29,9	6	3,96	B
44	28,0	6	3,96	B

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

Anexo 6. Número de plantas de raigrás/m<sup>2</sup> en el período 1 (0 – 57 dps)

No. pl. Rg. /m<sup>2</sup>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. pl. Rg	27	0,90	0,87	15,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	411426,16	6	68571,03	30,81	<0,0001
Trat.	153937,40	2	76968,70	34,59	<0,0001
°Cd	252629,66	2	126314,83	56,76	<0,0001
Bloque.	4859,10	2	2429,55	1,09	0,3548
Error	44509,74	20	2225,49		
Total	455935,90	26			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=48,39344

Error: 2225,4870 gl: 20

Trat. Medias n E.E.

A 407,17 9 15,73 A

C 293,81 9 15,73 B

B 223,92 9 15,73 C

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=48,39344

Error: 2225,4870 gl: 20

°Cd Medias n E.E.

504,90 444,46 9 15,73 A

765,20 251,68 9 15,73 B

961,50 228,77 9 15,73 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=48,39344

Error: 2225,4870 gl: 20

Bloque. Medias n E.E.

1 325,97 9 15,73 A

2 305,46 9 15,73 A

3 293,48 9 15,73 A

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

Anexo 7. Número de plantas de trébol rojo/m<sup>2</sup> en el período 1 (0 – 57 dps)

No. pl. TR/m<sup>2</sup>

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

No. pl. TR 18 0,53 0,39 26,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo 11076,65 4 2769,16 3,68 0,0325

Bloque. 944,74 2 472,37 0,63 0,5496

Trat. 0,00 0 0,00 sd sd

Dps. 10131,91 2 5065,96 6,72 0,0099

Error 9793,49 13 753,35

Total 20870,14 17



Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=35,62135

Error: 753,3451 gl: 13

Bloque. Medias n E.E.

3 114,45 6 11,66 A

1 104,17 6 11,66 A

2 96,78 6 11,66 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=35,62135

Error: 753,3451 gl: 13

Trat. Medias n E.E.

Mezcla 105,13 18 6,73 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=35,62135

Error: 753,3451 gl: 13

Dps. Medias n E.E.

27 136,95 6 11,66 A

57 98,45 6 11,66 B

44 80,00 6 11,66 B

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

Anexo 8. Número de macollo/m<sup>2</sup> en el período 1 (0 – 57 dps)

No. Mac. /m<sup>2</sup>

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

No. Mac/m<sup>2</sup> 27 0,89 0,86 23,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	7948944,45	6	1324824,07	27,16	<0,0001
Trat.	1401901,73	2	700950,86	14,37	0,0001
°Cd	6492476,14	2	3246238,07	66,54	<0,0001
Bloque.	54566,58	2	27283,29	0,56	0,5803
Error	975662,38	20	48783,12		
<u>Total</u>	<u>8924606,83</u>	<u>26</u>			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=226,57331

Error: 48783,1188 gl: 20

Trat. Medias n E.E.

A 1201,32 9 73,62 A

C 979,46 9 73,62 A

B 646,84 9 73,62 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=226,57331

Error: 48783,1188 gl: 20

°Cd Medias n E.E.

961,50 1609,47 9 73,62 A

765,20 773,70 9 73,62 B

504,90 444,46 9 73,62 C

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=226,57331

Error: 48783,1188 gl: 20

Bloque. Medias n E.E.

1 999,53 9 73,62 A

2 938,44 9 73,62 A

3 889,64 9 73,62 A

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

Anexo 9. Macollo/planta en el período 1 (0 – 57 dps)

Mac. /pl.

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

Mac/pl. 27 0,90 0,86 27,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo 187,64 6 31,27 28,54 <0,0001

Trat. 1,28 2 0,64 0,59 0,5661

°Cd 184,66 2 92,33 84,26 <0,0001

Bloque. 1,70 2 0,85 0,78 0,4741

Error 21,92 20 1,10

Total 209,56 26

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,07385

Error: 1,0958 gl: 20

Trat. Medias n E.E.

C 4,07 9 0,35 A

A 3,78 9 0,35 A

B 3,53 9 0,35 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,07385

Error: 1,0958 gl: 20

°Cd Medias n E.E.

961,50 7,29 9 0,35 A

765,20 3,09 9 0,35 B

504,90 1,00 9 0,35 C

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,07385

Error: 1,0958 gl: 20

Bloque. Medias n E.E.

2 4,14 9 0,35 A

3 3,66 9 0,35 A

1 3,58 9 0,35 A

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

Anexo 10. Hojas/macollo en el período 1 (0 – 57 dps)

Hojas/macollos

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

Hojas/Mac. 27 0,68 0,58 5,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo 1,27 6 0,21 6,96 0,0004

Trat. 0,09 2 0,04 1,42 0,2643

°Cd 1,13 2 0,56 18,54 <0,0001

Bloque. 0,06 2 0,03 0,91 0,4176

Error 0,61 20 0,03

Total 1,88 26

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,17899

Error: 0,0304 gl: 20

Trat. Medias n E.E.

C 3,11 9 0,06 A

A 3,01 9 0,06 A

B 2,98 9 0,06 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,17899

Error: 0,0304 gl: 20

°Cd Medias n E.E.

961,50 3,32 9 0,06 A

765,20 2,90 9 0,06 B

504,90 2,88 9 0,06 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,17899

Error: 0,0304 gl: 20

Bloque. Medias n E.E.

3 3,09 9 0,06 A

2 3,03 9 0,06 A

1 2,98 9 0,06 A

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

Anexo 11. Altura de vaina (cm) en el período 1 (0 – 57 dps)

Altura de vaina

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

Alt. media 27 0,94 0,93 11,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo 33,75 6 5,63 56,99 <0,0001

Trat. 0,25 2 0,12 1,26 0,3040

°Cd 33,03 2 16,52 167,34 <0,0001

Bloque. 0,47 2 0,23 2,37 0,1194

Error 1,97 20 0,10

Total 35,73 26

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,32229

Error: 0,0987 gl: 20

Trat. Medias n E.E.

B 2,87 9 0,10 A

A 2,78 9 0,10 A

C 2,63 9 0,10 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,32229

Error: 0,0987 gl: 20

°Cd Medias n E.E.

961,50 4,32 9 0,10 A

765,20 2,03 9 0,10 B

504,90 1,92 9 0,10 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,32229

Error: 0,0987 gl: 20

Bloque. Medias n E.E.

2 2,92 9 0,10 A

3 2,76 9 0,10 A

1 2,60 9 0,10 A

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

Anexo 12. Altura de lámina (cm) en el período 1 (0 – 57 dps)

Altura de lámina

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

Alt. de lámina. 27 0,93 0,91 12,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo 1900,78 6 316,80 43,76 <0,0001

Trat. 49,11 2 24,56 3,39 0,0539

°Cd 1839,77 2 919,88 127,07 <0,0001

Bloque. 11,90 2 5,95 0,82 0,4539

Error 144,79 20 7,24

Total 2045,57 26

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,76008

Error: 7,2393 gl: 20

Trat. Medias n E.E.

B 23,09 9 0,90 A

A 20,81 9 0,90 A B

C 19,88 9 0,90 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,76008

Error: 7,2393 gl: 20

°Cd Medias n E.E.

961,50 32,90 9 0,90 A

765,20 16,20 9 0,90 B

504,90 14,68 9 0,90 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,76008

Error: 7,2393 gl: 20

Bloque. Medias n E.E.

2 21,78 9 0,90 A

3 21,68 9 0,90 A

1 20,32 9 0,90 A

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

Anexo 13. Peso seco de planta (gMS) en el período 1 (0 – 57 dps)

Peso pl. (gMS)

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

Peso pl. 27 0,92 0,90 26,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo 58,25 6 9,71 39,68 <0,0001

Trat. 4,14 2 2,07 8,45 0,0022

°Cd 53,98 2 26,99 110,32 <0,0001

Bloque. 0,14 2 0,07 0,28 0,7609

Error 4,89 20 0,24

Total 63,15 26

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,50741

Error: 0,2447 gl: 20

Trat. Medias n E.E.

B 2,34 9 0,16 A

A 1,80 9 0,16 B

C 1,39 9 0,16 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,50741

Error: 0,2447 gl: 20

°Cd Medias n E.E.

961,50 3,82 9 0,16 A

765,20 1,11 9 0,16 B

504,90 0,60 9 0,16 C

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,50741

Error: 0,2447 gl: 20

Bloque. Medias n E.E.

2 1,94 9 0,16 A

1 1,80 9 0,16 A

3 1,79 9 0,16 A

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

Anexo 14. Producción acumulada promedio (ttMS/ha) en el período 1 (0 – 57 dps)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
ttMS/ha 36 0,85 0,82 29,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	7,14	5	1,43	32,92	<0,0001
Dps.	6,43	2	3,22	74,18	<0,0001
Trat.	0,70	3	0,23	5,41	0,0043
Error	1,30	30	0,04		
Total	8,44	35			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,18135

Error: 0,0434 gl: 30

Dps. Medias n E.E.

57 1,31 12 0,06 A

44 0,47 12 0,06 B

27 0,37 12 0,06 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,23497

Error: 0,0434 gl: 30

Trat. Medias n E.E.

D 0,85 9 0,07 A

B 0,67 9 0,07 A B

C 0,51 9 0,07 B

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

Anexo 15. Producción total acumulada a los 57 dps (ttMS/ha)

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

BT. (tt/ha) 9 0,51 0,35 18,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo 14,70 2 7,35 3,14 0,1166

Trat. 14,70 2 7,35 3,14 0,1166

Error 14,04 6 2,34

Total 28,74 8

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=3,14259

Error: 2,3399 gl: 6

Trat. Medias n E.E.

A 9,72 3 0,88 A

B 8,85 3 0,88 A

C 6,68 3 0,88 A

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

Anexo 16. Porcentaje de establecimiento general en el período 2 (57 – 104 dps)

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

% est. gral 9 0,82 0,53 15,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

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

Modelo 195,24 5 39,05 2,78 0,2146

Bloque. 16,16 2 8,08 0,58 0,6144

Trat. 180,73 2 90,36 6,44 0,0822

No. pl. Rg3/m<sup>2</sup> 1,80 1 1,80 0,13 0,7443 0,01

Error 42,12 3 14,04

Total 237,36 8



Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=9,66387

Error: 14,0384 gl: 3

Bloque. Medias n E.E.

2 25,51 3 2,24 A

3 23,84 3 2,19 A

1 22,12 3 2,17 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=9,66387

Error: 14,0384 gl: 3

Trat. Medias n E.E.

B 27,87 3 2,58 A

A 26,08 3 2,55 A B

C 17,51 3 2,16 B

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

Anexo 17. Porcentaje de establecimiento de raigrás en el período 2 (57 – 104 dps)

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

% Est. Rg 9 0,95 0,87 9,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo	298,72	5	59,74	11,45	0,0360	
Bloque.	70,60	2	35,30	6,77	0,0773	
Trat.	214,64	2	107,32	20,58	0,0177	
No. pl. Rg3/m2	32,41	1	32,41	6,21	0,0883	0,06
Error	15,65	3	5,22			
Total	314,37	8				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,89038

Error: 5,2156 gl: 3

Bloque. Medias n E.E.

3 26,66 3 1,34 A

2 25,65 3 1,37 A B

1 20,26 3 1,33 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,89038

Error: 5,2156 gl: 3

Trat. Medias n E.E.

B 29,51 3 1,57 A

A 25,60 3 1,56 A

C 17,45 3 1,32 B

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

Anexo 18. Porcentaje de establecimiento de trébol rojo en el período 2 (57 – 104 dps)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
% Est. TR. 6 0,75 0,38 40,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo	449,23	3	149,74	2,04	0,3459	
Bloque	445,06	2	222,53	3,03	0,2482	
Trat.	0,00	0	0,00	sd	sd	
No. pl. Rg. 3	57,24	1	57,24	0,78	0,4705	0,04
Error	146,94	2	73,47			
Total	596,17	5				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=34,74549

Error: 73,4710 gl: 2

Bloque Medias n E.E.

2 33,54 2 6,21 A

1 16,34 2 6,09 A

3 13,23 2 6,11 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=34,74549

Error: 73,4710 gl: 2

Trat. Medias n E.E.

Mezcla 21,04 6 3,50 A

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

Anexo 19. Número de plantas de raigrás/m<sup>2</sup> en el período 2 (57 – 104 dps)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
No. pl. Rg/m<sup>2</sup> 9 0,93 0,81 9,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
-------------	-----------	-----------	-----------	----------	----------------	-------------

Modelo	8846,12	5	1769,22	7,64	0,0624	
Bloque.	3890,64	2	1945,32	8,40	0,0589	
Trat.	686,79	2	343,40	1,48	0,3565	
No. pl. Rg3/m2	1997,85	1	1997,85	8,63	0,0606	0,46
Error	694,36	3	231,45			
<u>Total</u>	<u>9540,48</u>	<u>8</u>				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=39,23954

Error: 231,4534 gl: 3

Bloque. Medias n E.E.

3 175,03 3 8,90 A

2 174,44 3 9,09 A

1 130,33 3 8,83 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=39,23954

Error: 231,4534 gl: 3

Trat. Medias n E.E.

A 170,94 3 10,37 A

B 160,33 3 10,49 A

C 148,53 3 8,79 A

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

Anexo 20. Número de plantas de trébol rojo/m<sup>2</sup> en el período 2 (57 – 104 dps)

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

No. pl. TR 6 0,75 0,38 40,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo	4041,75	3	1347,25	2,04	0,3460	
Bloque	4004,19	2	2002,10	3,03	0,2483	
Trat.	0,00	0	0,00	sd	sd	
No. pl. Rg. 3	515,15	1	515,15	0,78	0,4706	0,13
Error	1322,80	2	661,40			
<u>Total</u>	<u>5364,55</u>	<u>5</u>				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=104,24899

Error: 661,3982 gl: 2

Bloque Medias n E.E.

2 100,62 2 18,64 A

1 49,01 2 18,28 A

3 39,70 2 18,32 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=104,24899

Error: 661,3982 gl: 2

Trat. Medias n E.E.

Mezcla 63,11 6 10,50 A

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

Anexo 21. Número de macollo/m<sup>2</sup> en el período 2 (57 – 104 dps)

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

No. mac/m2 9 0,95 0,87 10,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo	2430469,67	5	486093,93	11,98	0,0339	
Bloque.	261172,45	2	130586,22	3,22	0,1792	
Trat.	1799252,25	2	899626,12	22,18	0,0159	
No. pl. Rg3/m2	83209,18	1	83209,18	2,05	0,2475	-2,95
Error	121702,71	3	40567,57			
<u>Total</u>	<u>2552172,38</u>	<u>8</u>				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=519,49533

Error: 40567,5714 gl: 3

Bloque. Medias n E.E.

1 2226,75 3 116,91 A

3 1922,66 3 117,84 A

2 1817,73 3 120,38 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=519,49533

Error: 40567,5714 gl: 3

Trat. Medias n E.E.

A 2426,23 3 137,29 A

C 2347,86 3 116,32 A

B 1193,05 3 138,83 B

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

Anexo 22. Macollo/planta en el período 2 (57 – 104 dps)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Mac/pl. 9 0,97 0,91 8,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo	95,97	5	19,19	17,25	0,0203	
Bloque.	15,54	2	7,77	6,99	0,0743	
Trat.	82,47	2	41,23	37,07	0,0077	
No. pl. Rg3/m2	5,51	1	5,51	4,95	0,1125	-0,02
Error	3,34	3	1,11			
<u>Total</u>	<u>99,30</u>	<u>8</u>				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,72032

Error: 1,1124 gl: 3

Bloque. Medias n E.E.

1 13,81 3 0,61 A  
3 11,26 3 0,62 A B  
2 10,77 3 0,63 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,72032

Error: 1,1124 gl: 3

Trat. Medias n E.E.

C 16,03 3 0,61 A  
A 11,48 3 0,72 B  
B 8,32 3 0,73 C

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

Anexo 23. Hojas/macollo en el período 2 (57 – 104 dps)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Hojas/Mac. 9 0,78 0,41 3,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo	0,11	5	0,02	2,10	0,2870	
Bloque.	0,04	2	0,02	2,22	0,2559	
Trat.	0,03	2	0,01	1,43	0,3665	
No. pl. Rg3/m2	0,02	1	0,02	2,10	0,2435	-1,5E-03
Error	0,03	3	0,01			
<u>Total</u>	<u>0,14</u>	<u>8</u>				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,25829

Error: 0,0100 gl: 3

Bloque. Medias n E.E.

3 3,21 3 0,06 A

2 3,11 3 0,06 A

1 3,04 3 0,06 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,25829

Error: 0,0100 gl: 3

Trat. Medias n E.E.

C 3,20 3 0,06 A

A 3,09 3 0,07 A

B 3,08 3 0,07 A

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

Anexo 24. Altura de vaina (cm) en el período 2 (57 – 104 dps)

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

Alt. vaina 9 0,63 1,6E-03 2,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo	0,06	5	0,01	1,00	0,5342	
Bloque.	0,03	2	0,01	1,06	0,4474	
Trat.	0,02	2	0,01	0,76	0,5398	
No. pl. Rg3/m2	2,0E-03	1	2,0E-03	0,17	0,7095	4,6E-04
Error	0,04	3	0,01			
<u>Total</u>	<u>0,10</u>	<u>8</u>				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,28166

Error: 0,0119 gl: 3

Bloque. Medias n E.E.

1 4,60 3 0,06 A

3 4,50 3 0,06 A

2 4,47 3 0,07 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,28166

Error: 0,0119 gl: 3

Trat. Medias n E.E.

A 4,58 3 0,07 A

B 4,52 3 0,08 A

C 4,47 3 0,06 A

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

Anexo 25. Altura de lámina (cm) en el período 2 (57 – 104 dps)

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

Alt. final. 9 0,55 0,00 14,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo	29,06	5	5,81	0,74	0,6435	
Bloque.	17,03	2	8,52	1,08	0,4432	
Trat.	17,71	2	8,86	1,12	0,4323	
No. pl. Rg3/m2	13,51	1	13,51	1,71	0,2817	0,04
Error	23,65	3	7,88			
Total	52,71	8				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=7,24111

Error: 7,8818 gl: 3

Bloque. Medias n E.E.

2 21,14 3 1,68 A

1 18,85 3 1,63 A

3 17,65 3 1,64 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=7,24111

Error: 7,8818 gl: 3

Trat. Medias n E.E.

B 21,45 3 1,94 A

C 19,35 3 1,62 A

A 16,83 3 1,91 A

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

Anexo 26. Peso de planta (g) en el período 2 (57 – 104 dps)

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

Peso pl. 9 0,92 0,80 15,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo	33,98	5	6,80	7,34	0,0658	
Bloque.	19,79	2	9,90	10,69	0,0432	
Trat.	10,17	2	5,08	5,49	0,0994	
No. pl. Rg3/m2	1,30	1	1,30	1,40	0,3215	0,01
Error	2,78	3	0,93			
<u>Total</u>	<u>36,76</u>	<u>8</u>				

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,48207

Error: 0,9261 gl: 3

Bloque. Medias n E.E.

1 8,47 3 0,56 A

3 5,49 3 0,56 B

2 5,11 3 0,58 B

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,48207

Error: 0,9261 gl: 3

Trat. Medias n E.E.

B 8,10 3 0,66 A

C 6,38 3 0,56 A B

A 4,59 3 0,66 B

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

Anexo 27. Producción total acumulada(ttMS/ha) a los 104 dps

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

MS/ha 12 0,77 0,58 18,03



Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	2,63	5	0,53	4,04	0,0595
Trat.	0,59	3	0,20	1,52	0,3037
Bloque.	2,03	2	1,02	7,82	0,0213
Error	0,78	6	0,13		
<u>Total</u>	<u>3,41</u>	<u>11</u>			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,84619

Error: 0,1300 gl: 6

Trat. Medias n E.E.

A 2,28 3 0,21 A

D 2,10 3 0,21 A

B 1,95 3 0,21 A

C 1,67 3 0,21 A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,64147

Error: 0,1300 gl: 6

Bloque. Medias n E.E.

1 2,55 4 0,18 A

3 1,91 4 0,18 A B

2 1,55 4 0,18 B

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