

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL PARA DISTINTOS
NIVELES DE IMPLANTACIÓN EN PASTURAS DE TRÉBOL ROJO (*T.
pratense*) PURO Y EN MEZCLA. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE
FORRAJE A LA PRIMER PRIMAVERA**

por

**Jerónimo José LEÁNIZ RUETE
Bernardo TISNÉS GOGGIA**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2015**

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Rodrigo Zarza

Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. Pablo Boggiano

Fecha: 27 de febrero de 2015

Autor: -----
Jerónimo Leániz

Bernardo Tisnés

AGRADECIMIENTOS

A nuestro tutor y personal de INIA por el apoyo brindado a lo largo de la tesis, a la Universidad de la Republica y Facultad de Agronomía por abrirnos sus puertas y a nuestras familias por darnos la oportunidad.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VIII
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
A. <u>IMPLANTACIÓN</u>	2
1. <u>Factores de manejo</u>	2
a. Densidad.....	3
b. Fecha de siembra	3
c. Método de siembra	4
d. Calidad de la semilla.....	5
e. Curasemilla	5
f. Malezas.....	6
g. Insectos.....	6
h. Enfermedades.....	7
2. <u>Factores de suelo</u>	7
a. Suelos y fertilidad.....	7
b. Historia de chacra	9
3. <u>Factores del clima: temperatura y humedad</u>	9
B. <u>DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES EVALUADAS</u>	10
1. <u>Leguminosas puras: trébol rojo (Trifolium pratense)</u>	10

C. MEZCLAS BIANUALES	11
1. <u>Acompañantes</u>	12
a. Gramíneas. Cebadilla (<i>Bromus catharticus</i>)	13
b. Compuestas. Achicoria (<i>Cichorium intybus</i>)	14
D. DETERMINACIONES EN LA FASE DE IMPLANTACIÓN	15
1. <u>Conteo de plantas</u>	15
2. <u>Porcentaje de establecimiento</u>	16
3. <u>Rendimiento de forraje al primer corte</u>	16
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	17
A. ENTORNO	17
1. <u>Descripción de los sitios experimentales</u>	17
a. La Estanzuela. Sitio 1	17
b. Juan Soler. Sitio 2	18
c. Independencia. Sitio 3.....	19
d. Análisis de suelo	19
2. <u>Variables climáticas</u>	20
a. Temperatura	20
b. Heladas.....	24
c. Precipitaciones.....	24
B. DISEÑO EXPERIMENTAL	28
1. <u>Leguminosa pura. Experimento 1</u>	29
2. <u>Mezclas bianuales. Experimento 2</u>	30
C. EVALUACIONES.....	30

D. MANEJO DEL ÁREA EXPERIMENTAL	31
E. MODELO ESTADÍSTICO	32
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	34
A. EXPERIMENTO 1	34
1. <u>Dinámica poblacional</u>	34
a. Ambiente	34
b. Densidad	36
c. Ambiente por densidad	37
2. <u>Producción de forraje</u>	37
a. Sitio	38
b. Año	39
c. Densidad	40
B. EXPERIMENTO 2	41
1. <u>Dinámica poblacional</u>	41
a. Ambiente	41
b. Mezcla	42
c. Densidad	43
d. Ambiente por mezcla	43
e. Ambiente por densidad	44
f. Mezcla por densidad	45
2. <u>Producción de forraje</u>	45
a. Ambiente	46
b. Mezcla	47

c. Densidad.....	48
d. Ambiente por mezcla	49
V. <u>CONCLUSIONES</u>	51
VI. <u>RESUMEN</u>	52
VII. <u>SUMMARY</u>	54
VIII. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	55
IX. <u>ANEXOS</u>	61

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Características del Brunosol éútrico típico tipo unidad Ecilda Paullier-Las Brujas.....	18
2. Características Brunosol éútrico típico tipo. Unidad Tala Rodríguez-San José.	19
3. Resultado Análisis de suelo para los tres sitios	20
4. Temperatura media del período de evaluación (mayo-agosto) para ambos años.	23
5. Temperatura media del período de evaluación (mayo-agosto) para los tres sitios.....	23
6. Número de heladas por mes para La Estanzuela, San José y Florida, 2012 y 2013.	24
7. Fechas de siembra por localidad y año.	28
8. Densidad de siembra (kg/ha) por tratamiento para el experimento 1.	30
9. Densidad (kg/ha) de siembra para el experimento 2.	30
10. Resultados muestreo de suelos pre siembra en los 3 sitios 2012-13.	32
11. Prueba de hipótesis para densidad poblacional.....	34
12. Densidad de plantas para todos los tratamientos según ambiente.....	35
13. Densidad de plantas según tratamiento.....	36
14. Prueba de hipótesis para producción de forraje.....	38
15. Producción acumulada de materia seca de los dos primeros cortes según sitio.....	38
16. Producción de materia seca de los dos primeros cortes según año.	39
17. Prueba de hipótesis para densidad poblacional.....	41
18. Densidad de plantas de trébol rojo según ambiente.	41
19. Densidad de plantas de trébol rojo según mezcla.	42
20. Densidad de plantas de trébol rojo según tratamiento.	43

21. Prueba de hipótesis para producción de forraje.....	45
22. Producción de materia seca de trébol rojo según ambiente.	45
23. Producción de materia seca de trébol rojo en las mezclas, según mezcla.....	47

Figura No.

1. Temperatura diaria 2012, 2013 y serie histórica para La Estanzuela.	21
2. Temperatura diaria 2012, 2013 y serie histórica para San José.	22
3. Temperatura diaria 2012, 2013 y serie histórica para Florida.	23
4. Precipitación mensual 2012, 2013 y serie histórica para La Estanzuela. ..	25
5. Precipitación mensual 2012, 2013 y serie histórica para San José.	25
6. Precipitación mensual 2012, 2013 y serie histórica para Florida.	26
7. Precipitación acumulada entre conteos para La Estanzuela.	26
8. Precipitación acumulada entre conteos para San José.	27
9. Precipitación acumulada entre conteos para Florida.	27
10. Sembradora WINTERSTEIGER.	28
11. Parcelas.	29
12. Número de plantas de trébol rojo según ambiente y densidad.	37
13. Rendimiento medio de materia seca acumulada para los dos cortes, y densidad de población media, según densidad de siembra.	40
14. Plantas de trébol rojo/m ² en mezcla según ambiente por mezcla.	43
15. Plantas de trébol rojo/m ² en mezcla según ambiente por densidad.	44
16. Plantas de trébol rojo/m ² en mezcla según mezcla por densidad.	45
17. Rendimiento de materia seca del trébol rojo en la mezcla, y densidad de población de trébol rojo en la mezcla, según densidad de siembra de trébol rojo.	48
18. Producción de forraje de la mezcla para los dos primeros cortes según ambiente por densidad.	50

I. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, el avance de la agricultura, ha incorporado mucha superficie que tradicionalmente se encontraba bajo rotaciones agrícolas-ganaderas o sistemas pastoriles. Esto ha limitado la capacidad de incorporación de nuevas tierras en los sistemas de producción animal, por lo que el crecimiento de éstos ha sido mediante la intensificación del uso de los recursos disponibles o incorporando aquellas áreas que se consideraban de menor potencial.

En el proceso de estructura del plan estratégico 2011-2015 del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), se incluyen una serie de consultas realizadas por distintas organizaciones privadas, públicas y extranjeras. A partir de estas se identifican algunos problemas relacionados al aumento en la diversidad de ambientes y su impacto en la implantación, productividad y persistencia de las pasturas, lo que deriva en la formulación de nuevos talleres.

El presente trabajo analiza parte de la información que se genera dentro de uno de los componentes propuestos por el proyecto “Estudio de la baja productividad de las pasturas cultivadas y mejoramiento de campo”, que pretende ajustar las técnicas de manejo para aumentar la implantación y productividad de las pasturas mejoradas en ese contexto. Dentro del proyecto uno de los objetivos es el análisis de aquellos factores de la implantación que inciden en la producción de forraje. Para ello se seleccionaron predios lecheros con más de 10 años de siembra directa en los cuales se evaluaron diferentes leguminosas y gramíneas forrajeras perennes. Este trabajo de tesis, basa su trabajo en las actividades correspondientes a la fase de implantación y producción de trébol rojo durante su primera primavera, con el objetivo de identificar la relación entre la dinámica poblacional y el nivel de implantación, así como su impacto sobre la producción de forraje. El relevamiento de los datos se realizó durante el segundo año del proyecto (segunda siembra realizada durante 2013); y surge de los ensayos parcelarios instalados en predios comerciales que fueron ubicados en un acuerdo entre la Asociación Nacional de Productores de Leche (ANPL). Estos predios reflejan algunas de las situaciones que se mencionaban anteriormente sobre la intensificación con suelos que han tenido un manejo intensivo, una larga historia de siembra directa y bajo pastoreo casi continuo.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El éxito del trébol rojo está estrechamente relacionado con la cantidad de plantas que se logren implantar, ya que, entre otros factores, este va a condicionar la cantidad de forraje cosechado. De esta forma, el conocimiento y manejo de los factores que inciden sobre este contribuyen al objetivo que se plantea. Varios autores coinciden en la importancia de la implantación y se han realizados numerosos trabajos sobre este punto.

A. IMPLANTACIÓN

A nivel nacional, Formoso (2006) define que se ha logrado una siembra buena cuando la diferencia entre la cantidad de plantas objetivo a lograr y las emergidas es mínima. La emergencia debe de ser lo más rápida posible, y las plantas deben de estar uniformemente distribuidas.

La obtención de una correcta implantación y una rápida cobertura del suelo tendrá como consecuencia una buena producción de forraje al primer año, la cual representará la mitad de la producción de una pastura bianual (Frame et al., citados por Barletta et al., 2013).

Diferentes factores influyen sobre la implantación tanto positiva como negativamente; Formoso (2005) menciona que cuando los factores de estrés limitan la implantación, no necesariamente la producción futura se verá afectada, ya que existe cierto grado de crecimiento compensatorio, ocasionado por la mayor disponibilidad de recursos por planta, lo que posibilita un mayor crecimiento individual y producciones por hectárea iguales a las situaciones de mayor población inicial.

1. Factores de manejo

Como se mencionó anteriormente, son muchos los factores que inciden sobre la implantación. Sin embargo solo algunos de ellos pueden manejarse de forma tal que se logre maximizar el número de plantas logradas. A continuación se describen aquellas prácticas de manejo que deben considerarse desde la planificación de la siembra.

a. Densidad

Una correcta densidad de siembra es importante para lograr una buena cantidad de plantas por metro cuadrado, lo que asegurará una pastura vigorosa y perenne. Para el cálculo de la densidad de siembra es necesario tener claro el número de plantas objetivo. El trabajo de Castaño y Bagliardi (2013) donde estudiaron densidades en siembras consociadas, indican que para las gramíneas festuca, pasto azul y cebadilla sería suficiente con alrededor de 150 a 200 plantas, y 150 a 200 plantas para las leguminosas alfalfa, trébol blanco y trébol rojo por metro cuadrado. Manteniendo una densidad de siembra constante, la modificación de la distancia entre surcos determina diferente grado de competencia dentro y fuera de la línea. Menor distancia entre surcos determina una menor competencia dentro de la línea, ya que se disminuye la densidad dentro de esta (Colabelli et al., 1995).

En lo que refiere a las densidades para las siembras puras de trébol rojo, Carámbula (2007) recomienda utilizar una densidad de 10 a 12 kg/ha, mientras que Formoso (2006), Ayala et al. (2010) utilizaron densidades de 12 kg/ha. Para siembras en mezcla de trébol rojo con achicoria, Moliterno (2000) utilizó densidades de 8 y 3 kg/ha respectivamente.

En el trabajo de Moliterno (2000) la cantidad de semilla sembrada y la proporción en que esta se transforma en planta establecida tuvo en general una baja eficiencia (para el caso de la mezcla de avena, achicoria y trébol rojo fue de 39,4%, siendo la máxima 51,2%) y fue posible observar que las mezclas con mayor cantidad total de semillas sembradas por m² fueron las de menor porcentaje de establecimiento. Colabelli et al. (1995), estudió la eficiencia de establecimiento de distintas leguminosas variando las distancias entre hileras, a una densidad constante, simulando distintas densidades en la hilera, encontrando que para las distintas distancias o densidades aparentes, no había diferencia en el porcentaje de emergencia y mortalidad (46,2 y 18,8% para trébol rojo, respectivamente).

b. Fecha de siembra

Uno de los objetivos que se busca manejando la fecha de siembra es un correcto suministro de agua a la semilla y una adecuada temperatura para la germinación (Colabelli et al., 1995). Siembras muy tempranas en el otoño o tardías en primavera serían incorrectas, ya que la humedad del suelo disminuye porque en general coinciden con los períodos más calientes (Formoso, 2006). El atraso en la fecha de siembra durante el otoño, afecta la implantación por el

descenso de la temperatura del suelo. Especies con menor vigor sufrirán aún más este atraso (Perrachón, 2013). Colabelli et al. (1995) encontró que al cambiar la fecha de siembra (otoño o fin de invierno) variaba el porcentaje de establecimiento y mortalidad del trébol rojo, registrando mejores valores para las siembras de fin de invierno. Esto se debe a que las condiciones de temperatura y humedad luego del invierno, fueron en aumento.

El adelantar la fecha de siembra, de costo cero, permite a la pastura llegar al primer verano en mejores condiciones, asegurando una mejor persistencia (Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales, 2010). La elección de la fecha de siembra tiene un gran impacto sobre la incidencia de enfermedades en implantación. Se deben procurar épocas de siembra sin exceso hídrico y temperaturas mayores a 12°C. Este escape se logra cuando se realizan siembras de praderas convencionales en los meses de marzo-abril. Por lo contrario siembras tardías aumentan la ocurrencia de “damping off” (Pérez et al., 2010).

c. Método de siembra

El método más comúnmente utilizado hoy día es el de siembra directa, adoptado en más del 90 % de la superficie agrícola nacional (Perrachón, 2011). Éste método tiene como ventajas el mejor aprovechamiento del agua, la protección contra la erosión mediante el rastrojo en superficie, la mejora del balance en la materia orgánica, la disminución de la formación de costras superficiales. También permite extender la ventana de siembra ampliando al mismo tiempo la superficie de siembra ya que permite el acceso a suelos marginales donde antes no se podía sembrar por el riesgo de erosión que representaba la siembra convencional con movimientos de tierras. Otra ventaja adicional es la posibilidad de pastorear antes cuando llueve y la de disminuir el consumo de combustible y energía (García Préchac 1998, Pognante et al. 2011).

Sin embargo, los volúmenes de rastrojo ubicado en la superficie pueden complicar la emergencia de las plantas, teniendo en cuenta que las semillas forrajeras poseen un menor vigor que las de cultivos agrícolas. Para disminuir este efecto se recomiendan pastoreos del rastrojo o la confección de reservas, o cualquier práctica que quite algo de rastrojo (Ferrari, 2014). Contrariamente Formoso (2005) determinó que la siembra directa con bajo rastrojo posee mayor riesgo de encostramiento en comparación a cuando hay alta presencia de rastrojo, perjudicando la implantación.

No solo el método de siembra afecta la implantación, las alternativas de distribución que se logran variando la ubicación de la semilla tienen sus efectos. En el caso de las mezclas de leguminosas y gramíneas, se pueden colocar ambas en la misma línea, lo que provoca un mejor balance en el bocado del animal, un menor riesgo de espacios libres por perder alguna especie, pero aumenta la competencia entre especies. Otra variante puede ser el colocar las especies en surcos alternos, lo que ocasiona menor competencia y un uso menor de semilla, pero existe un mayor riesgo de generar espacios en blanco por pérdida de alguna de las especies. La siembra cruzada, también es una alternativa que tiene como ventaja una mejor distribución espacial de las distintas especies, lo que permite una mayor exploración y más uniforme de los recursos por parte de las plantas, al mismo tiempo se mejora la distribución del fertilizante y se acelera la cobertura del suelo. Sin embargo esta última variante implica una segunda pasada de sembradora con sus incrementos no solo en los costos, también en los tiempos operativos (INASE, 2010).

d. Calidad de la semilla

Al elegir la semilla a utilizar, el productor debería tener en cuenta que comprar semilla certificada, a pesar del mayor precio, le permite asegurar aquellas características genéticas introducidas por el fitomejorador a través de la pureza. Lotes de semilla que no posean certificación, pueden llegar a tener una buena pureza física (bajo porcentaje de materia inerte y otras semillas) y un buen porcentaje de germinación, pero no aseguran un alto valor de pureza genética (INASE, 2009).

Otro factor de calidad se refiere al tamaño de semilla. En general, aumentos en el tamaño de semilla mejoran los porcentajes de implantación, debido a un aumento en el vigor y un tiempo de germinación menor. El tamaño de la semilla se cuantifica mediante el peso de mil semillas (Formoso, 2006). La uniformidad de la emergencia de las plántulas va a estar condicionado por las características de tamaño de semilla, poder germinativo y presencia de semillas duras (Rebuffo, 2000).

e. Curasemilla

La aplicación de curasemillas puede estar destinada a reducir, controlar o repeler a organismos patógenos, insectos u otras plagas que atacan las semillas o plántulas, para obtener los mejores resultados productivos durante el establecimiento. Dentro de las enfermedades de establecimiento se busca controlar “damping off”, que afecta principalmente a las leguminosas. Una

herramienta de control es la aplicación de varios fungicidas ya que esta está causada por varios géneros de patógenos. La aplicación de curasemilla también es utilizada para reducir el daño causado por escarabajos y gorgojos durante el almacenamiento o prevenir el daño directo de plagas e insectos sobre la planta misma en el establecimiento o sobre la semilla (Zarza y González, 2010).

f. Malezas

En general, las especies forrajeras tienen poca capacidad de competencia a la implantación, por lo que la presencia de malezas puede causar graves daños que perjudicaran la futura producción. El control de las mismas es necesario realizarlo antes de la implantación de la pradera, durante el cultivo anterior. Formoso (2000) destaca la importancia de una eliminación temprana de las malezas, lo que determina menores niveles de competencia y por tanto un crecimiento inicial más rápido.

Una buena estrategia de control implica conocer la fisiología de las especies a combatir. Determinar los puntos de crecimiento, los momentos en que las malezas son más sensibles, los ciclos y las estructuras de reservas potencian las opciones de control. Otro factor que influye sobre la eficiencia del control del herbicida sobre la maleza es el estado fisiológico o grado de desarrollo de la misma, siendo más susceptibles las plantas jóvenes (Dabalá, 2009).

g. Insectos

Previo a la siembra es importante realizar un adecuado monitoreo de las chacras, para conocer la situación en lo que se refiere a plagas e insectos. Los insectos que causan daños a las pasturas pueden ser agrupados de acuerdo a su hábito de vida en insectos del suelo y parte aérea. Dentro de los primeros encontramos a las isocas y las larvas de gorgojos que se alimentan especialmente de raíces y ocasionalmente de partes aéreas. En la parte aérea son lagartas, chinches, pulgones, hormigas, langostas y grillos. Dentro de estos los que afectan en mayor medida a la implantación son los pulgones (Alzugaray y Ribeiro, 2010). Los daños causados pueden dividirse en directos e indirectos. Dentro de los primeros se consideran aquellos debidos a la presencia de muy altas poblaciones, pudiendo causar muerte de plantas en implantación. Los daños indirectos se dan por la transmisión de virus (Bao, 2010).

h. Enfermedades

Las enfermedades de las pasturas se pueden dividir en 2 grupos, siendo estas las enfermedades que afectan la implantación y aquellas que afectan al cultivo establecido. Dentro de las enfermedades de implantación, estas pueden ser causadas por patógenos del suelo o presentes en la semilla. Condiciones de excesos de lluvia, alta humedad del suelo y bajas temperaturas facilitan la infección por especies de género *Pythium* y *Phytophthora* que pueden ocasionar la podredumbre de la semilla y de las raíces de las plántulas durante su germinación (Altier 2010, Pérez et al. 2010).

Cuando se hace referencia a plantas establecidas las de mayor incidencias son las enfermedades foliares, que se caracterizan por manchas foliares y cáncros o lesiones necróticas en tallos. En general no provocan la muerte, pero si provocan mermas en rendimiento y calidad de la pastura. Existe un amplio rango de patógenos asociados a complejo de enfermedades hoja-tallo (Altier, 2010).

Por último, dentro de las enfermedades de planta establecida, se encuentran las que afectan a la raíz, causadas por patógenos del suelo con mecanismos alternativos y eficientes de sobrevivencia, que constituyen la fuente de inóculo para la infección inicial. La infección ocurre temprano en la vida de la planta y progresa gradualmente con la edad del cultivo (Altier, 2010). La presencia de enfermedades de raíz en trébol rojo tiene relación directa y negativa con la densidad de plantas a los 2 a 3 años (Barletta et al., 2013), el crecimiento y la persistencia. Existen muchos patógenos afectando a la especie, como antracnosis, fitóftora o esclerotinia, siendo el más perjudicial para la raíz, el *Fusarium*, que provoca podredumbre (Altier 2003, Wallenhammar et al. 2006).

2. Factores de suelo

A continuación se describen las propiedades del suelo que influyen en la implantación.

a. Suelos y fertilidad

Las características del suelo que más afectan a las plantas forrajeras son la textura, la fertilidad, la profundidad, el drenaje y el pH. Las distintas especies forrajeras responden distinto a cada una de estas variables. A su vez, teniendo en cuenta los cuidados iniciales en el año de siembra, es importante que la semilla de las plantas forrajeras se encuentre sobre suelo firme, ya que esto

impide que la semilla sea ubicada en profundidad inadecuada y aporte humedad, mientras que el suelo seco se seca rápidamente y presenta riesgos de que la semilla sea colocada demasiado profunda (Carámbula, 2007).

Antes de iniciar la implantación de una pastura resulta imprescindible conocer el estado actual de la fertilidad del suelo a efectos de definir las acciones que permita lograr que su producción de forraje y su persistencia sean exitosas. En siembra directa la no perturbación del suelo, junto a la acumulación de residuos sobre la superficie, producen grandes cambios sobre la dinámica y distribución de nutrientes en el suelo (Carámbula, 2007).

El nitrógeno (N) es el nutriente más importante para la producción vegetal por las cantidades requeridas por los cultivos y por las deficiencias de los suelos agrícolas. Las cantidades de N en el suelo dependen del cultivo, de las condiciones edáficas y climáticas, y de la cantidad de años de siembra directa continua. La dosis de fertilizante a agregar debe determinarse en base a la diferencia entre el requerido por el cultivo y lo suministrado por el suelo (Dabalá, 2009). Para el caso de las leguminosas este nutriente también puede estar disponible para la planta a través de la fijación biológica de N. Una correcta inoculación de las semillas de leguminosa es imprescindible para obtener una buena implantación. Las plántulas sin nódulos, débiles y amarillentas, son más susceptibles a las enfermedades, así como a la competencia de malezas y cultivos asociados (Rebuffo, 2000).

Después del N, el fósforo (P) es el nutriente que más frecuentemente afecta la producción. El contenido de P total en el suelo está definido por el material madre y se ha observado un marcado efecto del clima. La respuesta de los cultivos a la fertilización fosfatada depende del nivel de P disponible en suelo, pero también es afectada por factores del suelo (textura, temperatura, contenido de materia orgánica y pH), del cultivo (niveles críticos), y manejo de la fertilización (estratificación de los nutrientes poco móviles) (Dabalá, 2009). Para obtener pasturas bien implantadas y con un alto nivel de producción, se debe lograr ambientes balanceados nutricionalmente, que para el caso de las leguminosas, se destaca la contribución del P, tanto sobre la producción de forraje como en el desarrollo de biomasa nodular (Duarte, 2003). Por ello es importante previo a la siembra hacer análisis de suelo para corregir las deficiencias de fósforo.

b. Historia de chacra

Una vez que decidimos cual será la secuencia de cultivos que se va a repetir sistemáticamente en el tiempo y el espacio, implícitamente definimos un antecesor. Este debe permitir llegar a la fecha de siembra deseada y con la chacra limpia. A su vez, otros aspectos a considerar son la liberación temprana para acumular agua y nutrientes, que logre una cama de siembra firme, que controle malezas, que deje un bajo nivel de cobertura, que no extraiga agua ni nutrientes en exceso, y que la residualidad de los herbicidas utilizados permitan la siembra (Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales, 2010). Más allá de las condiciones climáticas, los antecesores que más tiempo de barbecho requieren serán aquellos cuya relación C/N sea mayor, como el caso del sorgo o pradera engramillada (90 a 100 días), mientras que los rastrojos de soja y girasol, de baja relación C/N, tendrán menor tiempo de barbecho (Ernst, 2000). Formoso (2005) donde estudió el efecto que tuvieron los rastrojos de sorgo, raigrás, pasto blanco, moha, maíz, girasol y soja encontró que sobre cualquiera de estos se logran implantar excelentes pasturas, con muy buenas producciones de forraje. De todas maneras, éste efecto si se vio reflejado en la producción de forraje de primer año.

3. Factores del clima: temperatura y humedad

La temperatura va a estar fuertemente asociado a la fecha de siembra, ya que esta varía según las estaciones. Siembras a mediados de otoño (abril) serían las más recomendadas (Carámbula 1977, Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales 2010, Castaño y Bagliardi 2013, Perrachón 2013), con valores de temperatura en suelo de unos 15 °C, dependiendo de la especie. En el caso del trébol rojo, este puede germinar a temperatura más baja que las gramíneas perennes y la alfalfa, sin embargo atrasos en la fecha de siembra colocan la germinación en épocas donde la temperatura del suelo será menor, retrasando la implantación. Así las especies con mayor perennidad son las que sienten más el atraso en la fecha de siembra. A su vez, el tiempo a comienzo de germinación varía según la temperatura y la especie. Con valores de 15 °C de día y 10 °C de noche, la alfalfa, el trébol rojo y el lotus demoran 24, 36 y 45 horas respectivamente. En cambio, bajo un régimen de temperatura de 12 °C de día y 6 °C de noche, estas cifras pasan a 73 horas en alfalfa, 110 horas en trébol rojo, 112 horas en trébol blanco y 234 horas en lotus (Carámbula, 2007).

Otro de los factores involucrados en el proceso de implantación es la absorción de agua para garantizar la germinación y un posterior suministro continuo. Para esto se requiere que exista una adecuada disponibilidad de

agua, un contacto semilla-suelo correcto y una profundidad de siembra próxima al denominado frente de humedad (Formoso, 2006). Es importante conocer la disponibilidad de agua, ya que esta condiciona la elección de especies. La misma está relacionada con los distintos tipos de suelo, en especial con referencia a la textura y profundidad de los mismos. La disponibilidad de agua es esencial, pero la falta o exceso puede hacer fallar la implantación en cualquier especie forrajera. Mientras los efectos de déficit son obvios (plántulas colgadas), los excesos son determinados esencialmente por la falta de oxígeno (plántulas ahogadas) (Carámbula, 2007).

B. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES EVALUADAS

Una de las especies más utilizadas dentro de las rotaciones agrícolas-ganaderas, así como en los predios lecheros, es el trébol rojo debido a su versatilidad frente a distintos ambientes, comparado con otras leguminosas, así como también la alta producción de forraje.

1. Leguminosas puras: trébol rojo (*Trifolium pratense*)

La planta de trébol rojo (*Trifolium pratense*) es una leguminosa de ciclo predominantemente otoño invierno primaveral, normalmente bianual, aunque en ocasiones puede sobrevivir tres años (Carámbula, 1977), dependiendo del comportamiento sanitario de la raíz y corona, el cual influye fuertemente en la sobrevivencia estival (Skipp y Christensen 1990, Wallenhammar et al. 2006, Carámbula 2007).

Las plantas son pilosas, presentan una raíz pivotante y una corona que se desarrolla a poca profundidad, de la cual crecen los tallos de porte erecto, de hojas pilosas y de forma muy variada. En condiciones ideales se desarrolla sobre suelos fértiles y bien drenados, con buena capacidad de retención de agua, texturas medias a pesadas y profundidad media a profunda. Tiene mejor adaptación a los suelos ácidos que la alfalfa (pH 5,2 a 5,6), pero a su vez menor resistencia a la sequía que la alfalfa y lotus (Carámbula 1977, 2007, Barletta et al. 2013).

La fecha óptima de siembra es temprano en el otoño, dado que las plántulas son susceptibles al frío. Se recomienda sembrar a una densidad de hasta 8 kg por hectárea. Tiene una producción en el primer año mayor al de otras praderas permanentes. Es recomendado en siembras asociadas por poseer un alto grado de tolerancia a la sombra. Es una planta que usualmente se utiliza bajo pastoreo, de crecimiento similar al de la alfalfa. Los rebrotes ocurridos luego de una defoliación provienen de la corona y de los entrenudos

basales de tallos desarrollados. El alargamiento de los tallos ocurre en la primavera, mientras que durante el otoño invierno, permanecen en forma de roseta. Durante el invierno y el verano los niveles de reservas de raíz descienden notablemente, lo cual afecta la producción y persistencia. Esto condiciona a que se haga un manejo del pastoreo rotativo, de tal forma que permita a las plantas recuperar sus reservas (Carámbula, 1977).

En los trabajos sobre instalación de pasturas de Formoso (2006) en La Estanzuela, se encontró que consistentemente las mezclas forrajeras que incluían al trébol rojo obtuvieron las mayores producciones, siendo estas del orden de las 16 a 19 toneladas de MS/ha, en un período de 475 días postsiembra (mayo), en siembra directa.

Una de las variedades más utilizada por los productores es LE 116. Este material tiene su origen en la selección sobre materiales introducidos de Nueva Zelanda. Como características principales se destacan su porte erecto a semierecto, de floración temprana, bianual y sin latencia invernal. Se adapta mejor a suelos de texturas medias y pesadas con buena profundidad. Además de en siembras puras se recomienda en mezclas con especies de rápido crecimiento y ciclo corto, especialmente con cebadilla y achicoria (García et al. 1991, Ayala et al. 2010).

Se destaca de los otros por su precocidad, producción total e invernal, que lo diferencian de los cultivares con latencia, aún de los más productivos. Su pico de máxima producción se presenta en noviembre. Su vida productiva es de 2 años, con eventuales aportes de forraje en la tercera primavera, por lo que no se recomienda en mezcla de praderas perennes. Cuando el agua no es restrictiva tiene buenas tasas de crecimiento en el primer verano. La producción del segundo verano está generalmente condicionada por la incidencia de podredumbres radiculares, las altas temperaturas y el déficit hídrico, cuyos efectos combinados reducen el stand de plantas. Se siembra en un rango muy amplio que comprende otoño, invierno y primavera. Densidades de siembras altas le confieren un carácter agresivo (García et al. 1991, Ayala et al. 2010).

C. MEZCLAS BIANUALES

Una mezcla forrajera es una población artificial formada por varias especies con diferentes características, tanto morfológicas como fisiológicas. De ahí, para que una mezcla sea eficiente se debería tener en cuenta una serie importante de pautas que evite que se registre la menor interferencia negativa

posible entre especies que la conforman. Por lo tanto, para que la elección de especies sea lo más eficiente posible se debería tener en cuenta los siguientes objetivos: sistemas radiculares de diferente extensión y profundidad, tipo de crecimiento aéreo distribuidos en distintos horizontes, períodos de crecimiento similar o no según ciclo de producción esperado, exigencias contrastantes de nutrientes (particularmente N y P), requerimientos de manejo de pastoreo lo más similar posible (Carámbula, 2007).

Carámbula (2007) sostiene que para lograr los objetivos nombrados, un mezcla de leguminosas y gramíneas sería correcta, ya que por su parte las gramíneas aportan productividad sostenida por muchos años, adaptación a gran variedad de suelos, facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuadas, explotación total del nitrógeno simbiótico, estabilidad en la pastura, en especial si son perennes, baja sensibilidad al pastoreo, baja susceptibilidad a enfermedades y plagas, y baja vulnerabilidad a la invasión de malezas. Las leguminosas por su parte ofrecen nitrógeno a las gramíneas, poseen alto valor nutritivo para completar la dieta animal, y promueven la fertilidad en suelos naturalmente pobres. Formoso (2006) nombra como más importantes para la elección, las características de duración, prácticas de manejo, precocidad, distribución de la producción estacional y total anual, requerimientos de suelo de las especies, y preferencias individuales.

La abundancia de leguminosas en la pastura es clave para obtener un adecuado suministro de nitrógeno a la gramínea y un adecuado balance en la dieta de los animales (Barletta et al., 2013). Bertin y Maddaloni (1980) señalan que esta ventaja también se vería propiamente explotada en la mezcla de achicoria con trébol rojo, ya que la primera es muy extractiva en cuanto al nitrógeno y su alto potencial de producción. Otra característica de la mezcla es que el trébol rojo es algo más fibroso que el trébol blanco, lo cual es una ventaja, teniendo en cuenta que el porcentaje de humedad de la achicoria es muy alto (88 a 93%).

1. Acompañantes

Es una práctica comúnmente utilizada en predios lecheros y ganaderos intensivos el utilizar al trébol rojo por su bianualidad asociado tanto a achicoria como a cebadilla, por presentar estas, un ciclo compatible y características complementarias.

a. Gramíneas. Cebadilla (*Bromus catharticus*)

La especie *Bromus catharticus* es nativa de Sudamérica, más específicamente de la región semiárida pampeana, pero se ha expandido ampliamente por muchas regiones templadas del mundo (Jacobs y Everett 2000, Abbott y Pistorale 2010).

El cultivo de cebadilla se caracteriza por ser perenne de vida corta, promedialmente bianual, con requerimientos de suelo de buena fertilidad y buen drenaje para obtener buenos rendimientos. No tolera anegamiento y presenta buen comportamiento frente a sequías (García, 2006).

Presenta crecimiento inicial muy vigoroso, pero con pocas macollas, por lo que requiere siembras tempranas y buena densidad de siembra. A su vez, un manejo de defoliación muy cauteloso es necesario para asegurar su persistencia, ya que posee baja capacidad macolladora y alta apetecibilidad (Carámbula, 2007).

Al poseer un hábito erecto, su asociación con leguminosas como alfalfa, trébol rojo y trébol blanco es recomendable (García 2006, Carámbula 2007).

García (2006) recomienda para cebadilla en siembras puras una densidad de 25 kg/ha, para verdeos con leguminosas de 10 a 15 y para mezclas con praderas de 6 a 10, lo cual concuerda con los valores recomendados por Carámbula (2007), donde se propone para cultivos puros densidades de siembra entre 25 y 30 kg/ha, y para mezclas entre 10 y 15 kg/ha.

El cultivar INIA Leona se obtuvo en INIA La Estanzuela por selección sobre líneas locales e introducidas, con hincapié en mayor macollaje, rebrote, producción invernal y persistencia. Este cultivar presenta buen vigor inicial, permitiendo un pastoreo anticipado con respecto a los demás cultivares. El manejo del pastoreo se recomienda que sea rotativo ya que no se adapta a defoliaciones intensas y frecuentes, dejando un remanente de 5 a 8 cm (Formoso 2006, García 2006).

Para obtener buenos resultados de producción otoñal del segundo año, es importante permitir una buena resiembra primaveral (García, 2003). Esta medida, junto con un buen manejo en el segundo otoño, permite la buena persistencia productiva del cultivo (García, 2006).

b. Compuestas. Achicoria (*Cichorium intybus*)

Es una planta del tipo herbácea, originaria del continente europeo, que ha sido utilizada durante muchos siglos como forrajera (Rumball, 1986), perteneciente a la familia de las compuestas, perenne, que se comporta en la mayoría de los casos como anual o bienal (Carámbula, 2007).

Las hojas son basales arrosetadas, con una longitud de 10 a 20 cm y un ancho de 2 a 4 cm. Posee una raíz pivotante de 0,2 a 1,3 metros de largo, lo que es importante para la supervivencia y longevidad de las plantas, ya que le proporciona una alta tolerancia a estrés hídrico y la capacidad de almacenaje de carbohidratos, nitratos, aminoácidos y un pool de proteínas (Carbajal 1994, Moschini, citado por Fodere y Negrette 2000). Los rebrotes provienen del cuello de la raíz, donde posee una gran cantidad de nudos y yemas (Bertin y Maddaloni, 1980).

Adaptada a suelos de textura media a pesada, de profundidad media a alta. Especie con alto grado de plasticidad en cuanto a densidad de siembra, aunque se modifican los diámetros de roseta frente a variaciones de población y distribución. Formoso (1995) comenta que esta especie ha mostrado en varias experiencias mejores valores de implantación en comparación a otras especies comerciales utilizadas, y la clasifica como “fácilmente implantable”. Demanda gran cantidad de nutrientes del suelo, en particular N, por lo que es recomendable asociarla siempre con leguminosas para reponer el N en suelo que ella extrae (Carámbula, 2007). Las densidades recomendadas al voleo o en línea van de 3 a 4 kg de semilla por ha, siendo las más bajas en condiciones de buena cama de siembra y las más altas en siembras de peores condiciones, teniendo en cuenta a su vez el poder germinativo y la pureza de la semilla (Bertin y Maddaloni 1980, Formoso 1995). Por otro lado, otro autor recomienda densidades de siembra un poco mayores, debiéndose sembrar de 6 a 8 kg/ha en puro y de 2 a 4 kg/ha en mezcla (Carámbula, 2007).

En cuanto a la fecha de siembra, Bertin y Maddaloni (1980) señalan que esta especie posee gran plasticidad, pudiéndose sembrar desde marzo hasta octubre, pero presenta crecimiento inicial lento cuando se siembra en los meses de invierno. Si bien es mejor que la planta sobreviva más tiempo, no es un manejo ventajoso para la especie, ya que puede convertirse en un serio inconveniente en rotaciones forrajeras donde llega a transformarse por su agresividad y alta resistencia al pastoreo en especie dominante y/o maleza de los cultivos subsiguientes (Carámbula, 2007).

Para este caso se utilizó el cultivar INIA LE Lacerta. Es un material seleccionado en INIA la Estanzuela por hábito de crecimiento, ciclo reproductivo y hojiosidad. Es una forrajera bianual, con buena capacidad de crecimiento invernal, hábito erecto, buen rebrote, hojas de borde liso y una relación hoja/tallo superior a las poblaciones usadas en el país de floración más tardías que estas. Se destaca además por su alta calidad de forraje durante su etapa vegetativa con altos porcentajes de digestibilidad y proteína comparables a la de las leguminosas (Ayala et al., 2010).

D. DETERMINACIONES EN LA FASE DE IMPLANTACIÓN

La revisión realizada sobre trabajos en implantación de trébol rojo y las especies asociadas consideraron variables similares a las evaluadas para la actual investigación.

1. Conteo de plantas

Moliterno (2000) relaciona la producción inicial de diversas mezclas forrajeras, realizó un censo de población de plantas a los 40 días post siembra, para cada especie componente de la mezcla y para la mezcla total. Los resultados se obtuvieron ubicando 8 cuadrados de 30 cm de lado por parcela de 39,3 m², dentro de los cuales realizó los conteos. Además de las especies sembradas se contaron las plantas malezas. Para una pastura mezcla de avena, trébol rojo y achicoria, sembrada a una densidad de 60, 8 y 3 kg/ha respectivamente, el autor contó a los 40 días 119 plantas/m² de achicoria y 95 plantas/m² de trébol rojo.

Hume et al. (1995) en un trabajo similar evaluó la población de achicoria y trébol rojo a los 35 días post siembra y obtuvo valores de 46 plantas/m² y 101 plantas/m² respectivamente, utilizando densidades de siembra de 1 kg/ha y 6 kg/ha respectivamente. Para obtener estos resultados se utilizaron 10 cuadros de 0,05 m² por parcela.

Cesari (1986) sembró una mezcla de festuca, trébol blanco, lotus y achicoria, con una densidad para esta última de 3 kg/ha y lo comparó con un cultivo puro de achicoria, sembrado a 4 kg/ha, y obtuvo a los 96 días post siembra 70 y 78 plantas/m², para ambos tratamientos respectivamente.

2. Porcentaje de establecimiento

El porcentaje de establecimiento se estima a través del número de plantas establecidas por m² y su relación con la cantidad de semilla viable y el total de semillas sembrada por m² (Moliterno, 2000). Moliterno (2000) halló valores para trébol rojo de 27,8 % y para achicoria de 34,8%, para siembras de otoño. Valores similares para siembras del trébol en otoño fueron encontrados por Colabelli et al. (2005), con valores de 26,5%, mientras que para la primavera estos ascendían a 45,1%. Hume et al. (1995) obtuvo mayores valores del orden de 82% para achicoria y 61% para trébol rojo.

3. Rendimiento de forraje al primer corte

Siguiendo con los objetivos del trabajo otra variable evaluada es el rendimiento al primer corte el cual se va a relacionar al número de plantas en la etapa de implantación, para de esta manera determinar la densidad de población necesaria para obtener una buena producción.

Luego de los 80 días postsiembra, Moliterno (2000) determinó el rendimiento y la composición del horizonte de cosecha, mediante el corte con tijera 6 cuadrados de 0,09 m² dentro de las parcelas de 39,3 m², dejando un remanente de 4 cm. El forraje cosechado se dividió en 2 submuestras, una para el cálculo de humedad y la otra para determinar la composición botánica. El rendimiento de la mezcla de avena, trébol rojo y achicoria fue de 1956,6 kg/ha, con un participación del 96, 2 y 2% respectivamente para cada especie.

Formoso (2006) concluyó que para todas las mezclas estudiadas en su trabajo, las de trébol rojo con cebadilla acompañadas de otra leguminosa o no, fueron las que registraron los mayores rendimientos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Las especies y cultivares que se evaluaron en este trabajo conforman las mezclas bienales que frecuentemente se usan dentro de la cuenca lechera. Los predios donde se ubican los ensayos, fueron seleccionados de forma tal de generar la información en aquellas áreas donde la agricultura ha desplazado a la lechería a zonas de menor potencial.

Complementariamente a la información relevada en el 2013 se incorporó la información generada en el 2012, con similares características, para después generar el análisis con dos años de siembra.

A. ENTORNO

1. Descripción de los sitios experimentales

Los experimentos que generan la información se ubican sobre tres sitios distintos en los departamentos de Colonia, San José y Florida, que integran la cuenca lechera, los cuales fueron seleccionados en función de: a) tener al menos 10 años de siembra directa, y b) haber estado incluidos dentro del circuito de pastoreo del rodeo lechero.

a. La Estanzuela. Sitio 1

Este sitio corresponde a un potrero de la unidad de lechería de INIA La Estanzuela perteneciente al grupo CONEAT 10.6a, en el departamento de Colonia (34°20'47.35"S y 57°41'50.17"O). El suelo es un Brunosol Éutrico típico perteneciente a la unidad de suelos Ecilda Paullier-Las Brujas, siendo sus principales características reportadas en la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (URUGUAY. MAP. DSF, 1979) las siguientes:

Cuadro No. 1. Características del Brunosol éútrico típico tipo unidad Ecilda Paullier-Las Brujas

Posición topográfica	Interfluvio convexo, ladera media
Pendiente	3%
Granulometría	Franco
pH (H ₂ O)	6,95
pH (KCl N)	5,7
Materia Orgánica	5,45%
N total	0,24%
Saturación en bases	96,3%
CIC (pH 7)	26,90%

Fuente: URUGUAY. MAP. DSF (1979).

b. Juan Soler. Sitio 2

El predio donde se ubican los experimentos del sitios 2 se encuentra sobre un camino vecinal que da a la ruta 23 a unos 7 km del poblado de Juan Soler, en el departamento de San José (34°15'54.34"S y 56°49'10.71"O), perteneciente a la Familia Rodríguez. El sitio se encuentra sobre el grupo CONEAT 10.8a, en un suelo Brunosol Éútrico de la Unidad Tala Rodríguez, y cuyas características principales relevadas por la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (URUGUAY. MAP. DSF, 1979) son:

Cuadro No. 2. Características Brunosol éútrico típico tipo. Unidad Tala Rodríguez-San José.

Posición topográfica	Ladera convexa alta
Pendiente	2%
Granulometría	Limo Arcilloso
pH (H ₂ O)	6,6
pH (KCl N)	5,7
Materia Orgánica	5,23
N total	0,27%
Saturación en bases	979%
CIC (pH 7)	23,40%

Fuente: URUGUAY. MAP. DSF (1979).

c. Independencia. Sitio 3

El último ensayo se ubica en la localidad de Independencia departamento de Florida (34°20'47.51"S y 56°24'9.07"O), propiedad de la familia Braga. Corresponde a un Planosol éútrico de la unidad Tala Rodríguez.

d. Análisis de suelo

Previo a la siembra de los ensayos se realizó un análisis de suelo de los primeros 20 cm del perfil, muestreado en la propia parcela, cuyos resultados se presentan en el cuadro 3.

Cuadro No. 3. Resultado Análisis de suelo para los tres sitios

	La Estanzuela	San José	Florida
pH (H2O)	5,6-5,9	6,4	5,9
Materia Orgánica (%)	3,5	sd	sd
C Orgánico (%)	1,97	sd	sd
CIC (pH7)	23-26	27,2	18,9
% Saturación en Bases	75-86	91,8	80,4
Textura	FAL	sd	Fr

2. Variables climáticas

Se dispone de información climatológica de temperatura y heladas, y los registros pluviométricos de los 3 predios, para los años 2012 y 2013, tomando como referencia las estaciones meteorológicas más cercanas a los mismos.

a. Temperatura

Los datos se ordenan por sitios y años, y se acotan al período de implantación considerado en el trabajo. A su vez se comparan estos con los datos de la serie histórica.

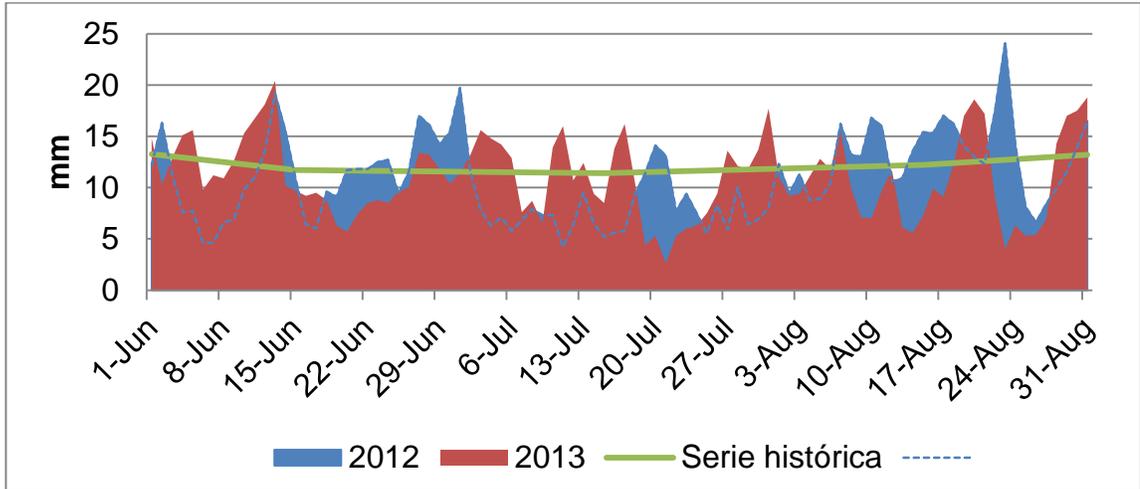
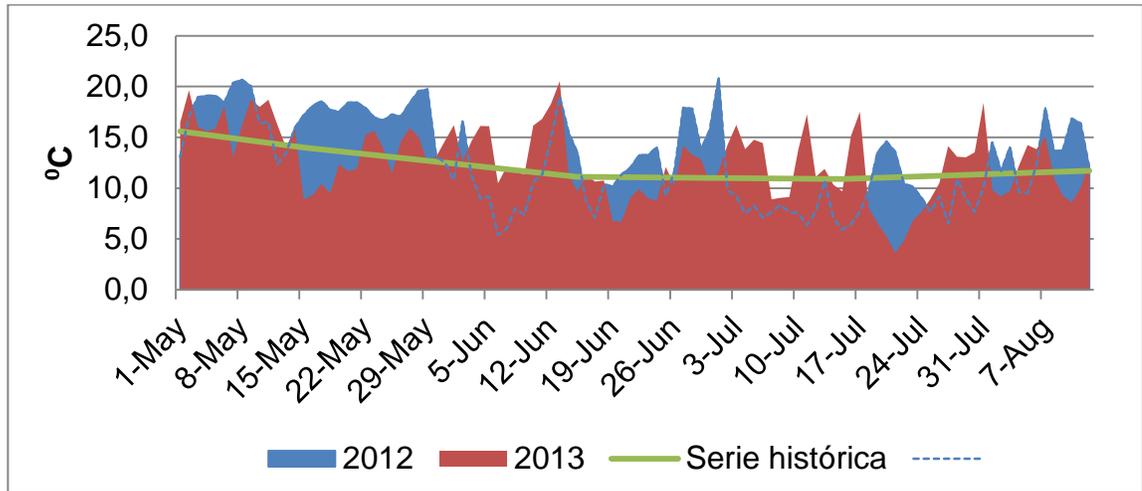


Figura No. 1. Temperatura diaria 2012, 2013 y serie histórica para La Estanzuela.

Fuente: INIA (2014).



1

Figura No. 2. Temperatura diaria 2012, 2013 y serie histórica para San José.

Fuente: INUMET¹.

¹ Instituto Uruguayo de Meteorología. 2014. Temperatura y precipitaciones 2012-2013. s.p. (sin publicar)

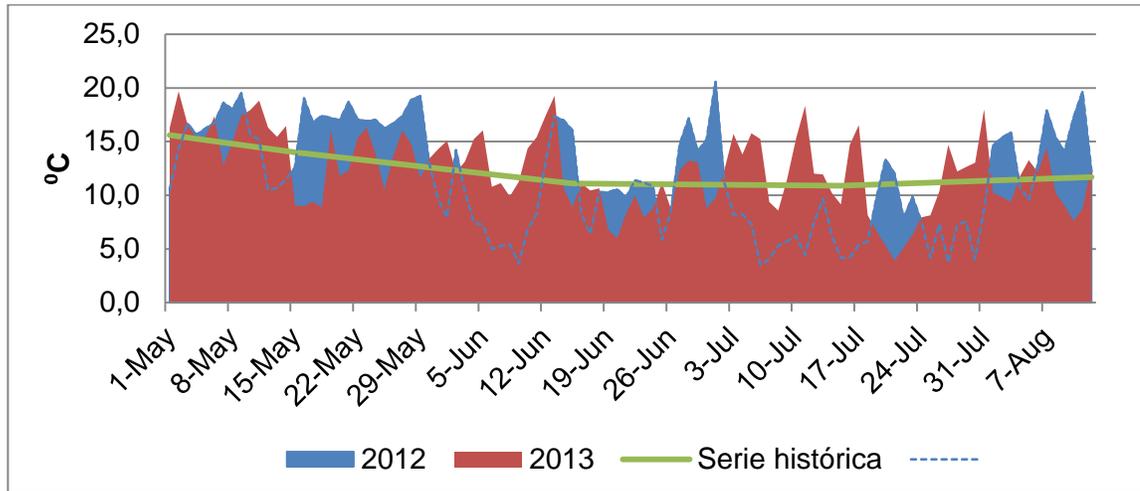


Figura No. 3. Temperatura diaria 2012, 2013 y serie histórica para Florida.

Fuente: INUMET¹.

Se hizo un análisis de varianza para los datos de temperatura diaria durante el período de conteo (mayo-agosto) en ambos años de evaluación, y resultó que no existen diferencias significativas entre años. A su vez se evaluó la variable sitio y se encontraron diferencias significativas para uno de los sitios.

Cuadro No. 4. Temperatura media del período de evaluación (mayo-agosto) para ambos años.

Año	°C
2012	12,40 a
2013	12,15 a

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$)

Cuadro No. 5. Temperatura media del período de evaluación (mayo-agosto) para los tres sitios.

Sitio	°C
San José	12,74 a
Florida	12,12 b
Estanzuela	11,95 b

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p>0,05$)

b. Heladas

Complementariamente a la temperatura se presenta el dato de número de heladas por mes para los 2 años y los 3 sitios.

Cuadro No. 6. Número de heladas por mes para La Estanzuela, San José y Florida, 2012 y 2013.

Mes	La Estanzuela		San José		Florida	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Abril	1	1	0	0	2	0
Mayo	1	1	0	1	0	2
Junio	9	7	3	2	9	6
Julio	21	9	11	5	16	6
Agosto	1	11	0	5	1	8

Fuente: INIA (2014), INUMET¹.

c. Precipitaciones

Las precipitaciones se ordenen mensualmente, por sitio, distinguiendo entre año y serie histórica; y acumulada entre conteos para cada sitio en los dos años.

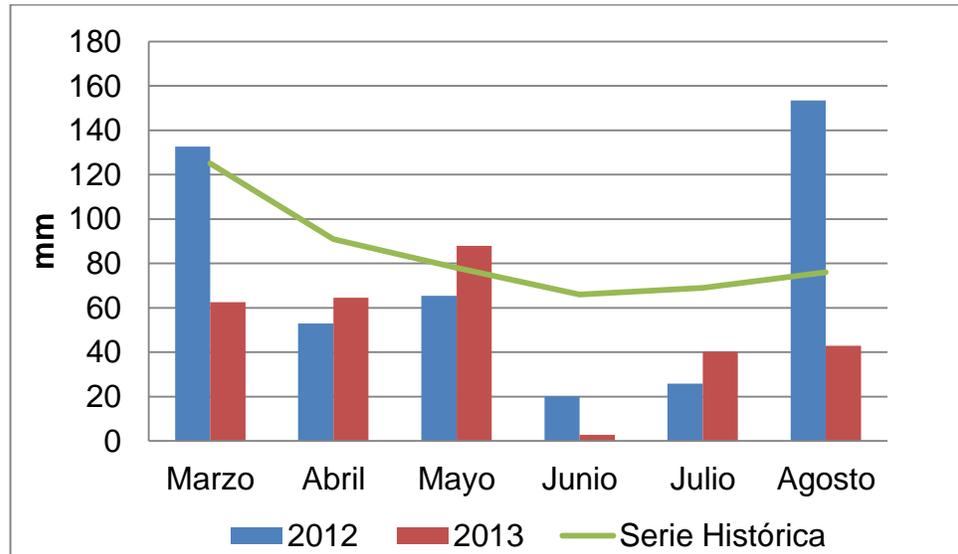


Figura No. 4. Precipitación mensual 2012, 2013 y serie histórica para La Estanzuela.

Fuente: INIA (2014).

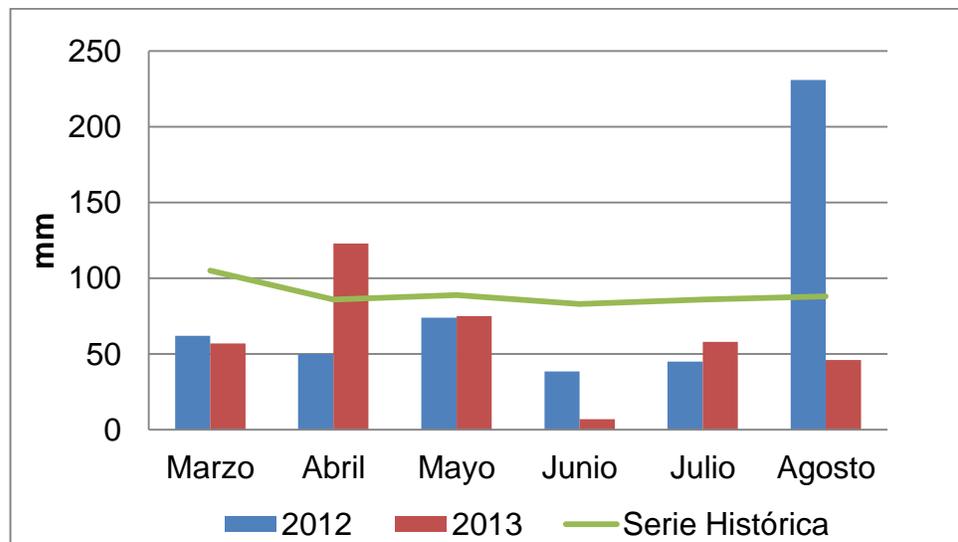


Figura No. 5. Precipitación mensual 2012, 2013 y serie histórica para San José.

Fuente: INUMET¹.

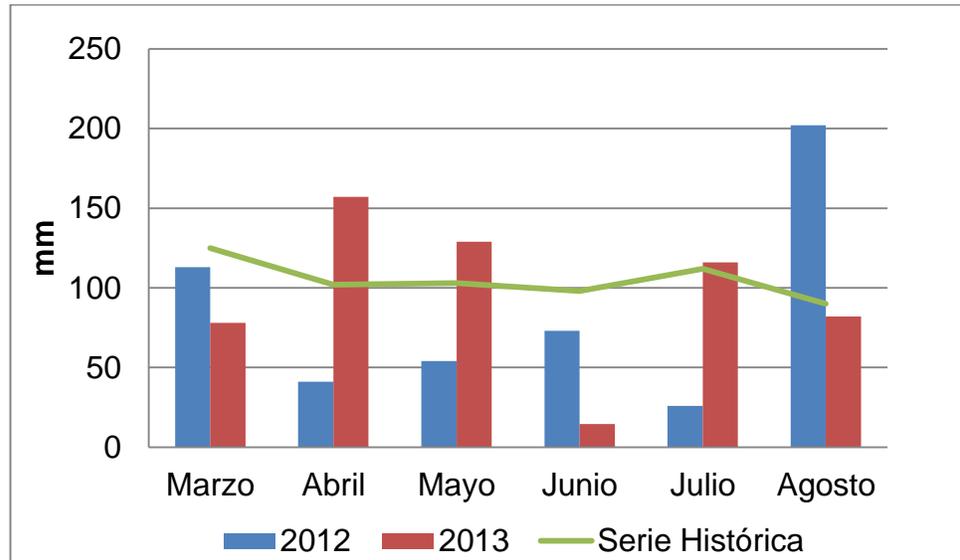


Figura No. 6. Precipitación mensual 2012, 2013 y serie histórica para Florida.

Fuente: INUMET¹.

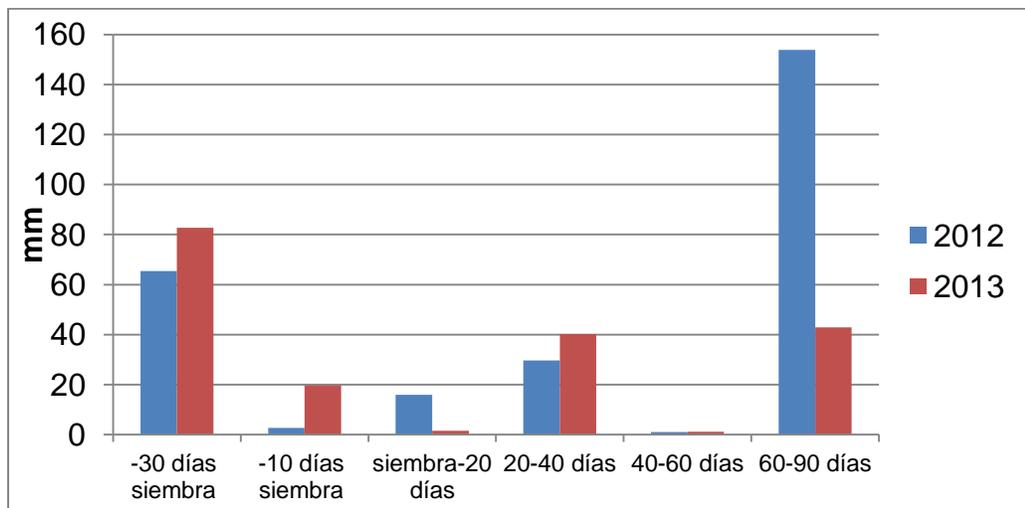


Figura No. 7. Precipitación acumulada entre conteos para La Estanzuela.

Fuente: INIA (2014).

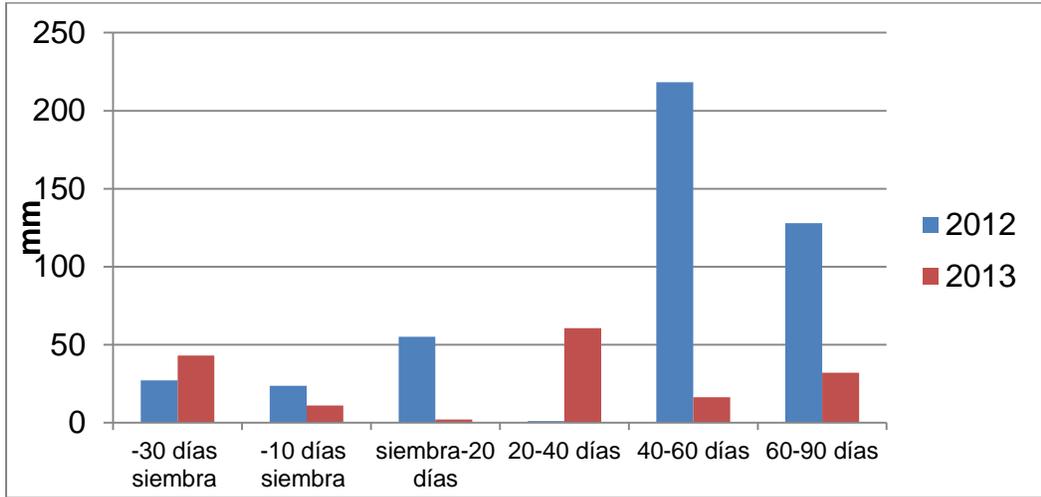


Figura No. 8. Precipitación acumulada entre conteos para San José.

Fuente: INUMET¹.

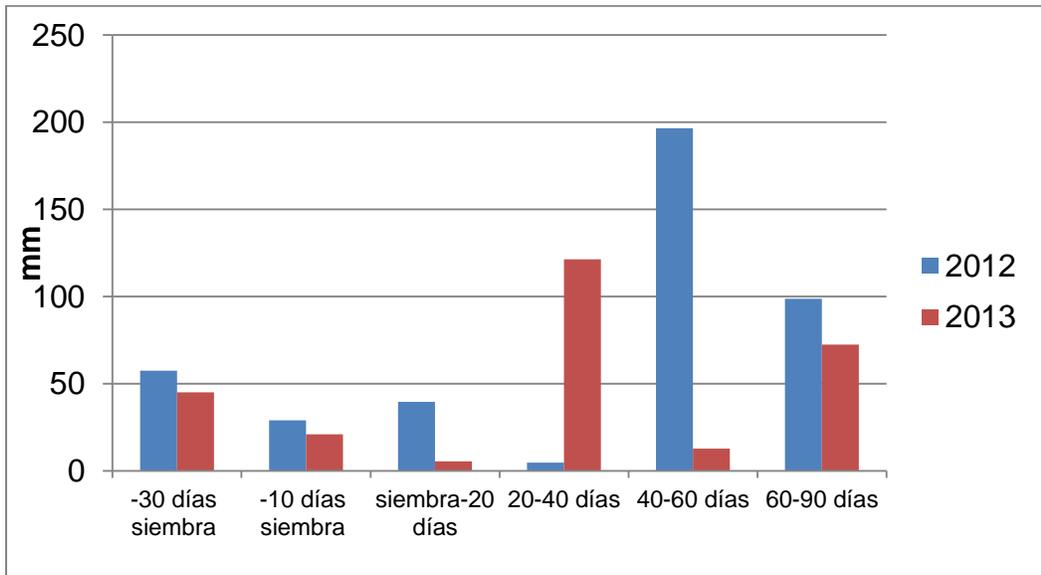


Figura No. 9. Precipitación acumulada entre conteos para Florida.

Fuente: INUMET¹.

B. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizaron dos experimentos en cada uno de los sitios, utilizando un diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones. La instalación de los experimentos se realizó con una sembradora autopropulsada experimental WINTERSTEIGER (figura 10) Figura No. 10. Sembradora WINTERSTEIGER. de siembra directa con sistema de cono único, en parcelas de 6*1,2 metros con 6 surcos distanciados entre sí a 17,5 centímetros. Las fechas de siembra para ambos años se vieron retrasadas por cuestiones operativas y de clima. Estas se detallan el cuadro 7.

Cuadro No. 7. Fechas de siembra por localidad y año.

Localidad	Año	Fecha de siembra
Estanzuela	2012	01-Junio
	2013	01-Junio
Juan Soler	2012	22-Junio
	2013	13-Mayo
Independencia	2012	26-Junio
	2013	07-Junio



Figura No. 10. Sembradora WINTERSTEIGER.

El primer experimento evalúa el trébol rojo como leguminosa pura, en el segundo se lo incluye dentro de mezclas bianuales. El rango de densidades utilizado para ambos experimentos considera altas y bajas densidades respecto a la información promedio utilizada por los productores lecheros según la consulta realizada en el proyecto FONTAGRO (FTG-787/2005) "LESI" (Leguminosas para sistemas sustentables).

1. Experimento 1: Leguminosa pura

El experimento 1 incluye como leguminosa pura al trébol rojo cv. LE 116; ya que es una de las variedades más indicadas para pasturas intensivas de rotación corta.



Figura No. 11. Parcelas.

En este experimento los tratamientos consisten en 6 densidades (cuadro 8) por bloque, lo que genera un total de 24 parcelas (figura 11) en cada uno de los sitios.

Cuadro No. 8. Densidad de siembra (kg/ha) por tratamiento para el experimento 1.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6
Densidades (kg/ha)	3	6	9	12	15	18

2. Experimento 2: Mezclas bienales

Como se mencionaba anteriormente, las mezclas cortas que incluyen trébol rojo generalmente se acompañan de cebadilla y achicoria. Puntualmente para estas mezclas bianuales se seleccionaron los cultivares de INIA Leona para cebadilla, como acompañante 1, e INIA Lacerta para achicoria como acompañante 2.

En el cuadro 9 se presentan las densidades para ambas mezclas. Las mezclas tienen las mismas densidades para el trébol rojo y difieren en su acompañante. Esta combinación genera 12 tratamientos por bloque.

Cuadro No. 9. Densidad (kg/ha) de siembra para el experimento 2.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trébol Rojo	2	4	8	10	12,5	15	2	4	8	10	12,5	15
Cebadilla	2,5	5	7,5	10	12,5	15	-	-	-	-	-	-
Achicoria	-	-	-	-	-	-	1,5	3	4,5	6	7,5	9

C. EVALUACIONES

Para establecer la dinámica poblacional del trébol rojo tanto en siembras puras como en mezcla, es imprescindible un seguimiento detallado durante toda la fase de implantación; para ello se generó un protocolo con varios conteos durante la evaluación.

La determinación del número de plántulas se realizó a los 20, 40, 60 y 90 días post siembra. Se marcaron los 2 metros centrales de cada bloque utilizando estacas e hilo que perduraron durante todo el experimento. Dentro del área delimitada, se contaron las plántulas de la leguminosa (no se tiene en

cuenta el número de plantulas del acompañante) de los surcos centrales 3 y 4 de cada parcela para ambos experimentos.

Una vez finalizado el último conteo (90 días) se continuó con la evaluación de forraje del trébol rojo. La cosecha de forraje acumulado se realizó con corte mecánico, cuando la altura promedio de las parcelas alcanzaba los 25-30 cm. Se utilizó una cortadora de césped experimental Honda HCR-216 dejando un remanente de 5 cm.

A los efectos de la evaluación de la producción de forraje en este trabajo, se consideraron los 2 primeros cortes de la leguminosa en cada uno de los años de siembra lo que conforma la producción de la primera primavera.

D. MANEJO DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Todas las pulverizaciones, tanto pre como post siembra, se realizaron utilizando una pulverizadora de mochila con una barra de 4 picos a 50 cm, con un volumen de caldo de 150 l/ha. Para el año 2012 se realizaron 2 aplicaciones de glifosato en el barbecho. La primera de 4 litros por hectárea en marzo (sobre el sorgo forrajero) y la segunda una semana previa a la siembra, de 2 litros. En el 2013 sólo se realizó la aplicación de marzo, a misma dosis.

Para evitar el daño causado por animales, se procedió al cercado de la misma con malla.

Las fertilizaciones a la siembra se hicieron en función de los niveles críticos de fosforo del trébol rojo, de 15 ppm. Con este criterio solo se fertilizó en San José ya que el resto de los sitios estaba con niveles por encima de este. La fertilización se realizó con un fertilizante de formulación 7-40-40-0. Las refertilizaciones se realizaron en los meses de otoño, con Super fosfato triple (0-46-46-0) con el agregado de urea para las mezclas con gramíneas.

Cuadro No. 10. Resultados muestreo de suelos pre siembra en los 3 sitios 2012-13.

Localidad	Año	pH	N-NO3	Bray 1
Estanzuela	2012	5,5	13,3	33,1
	2013	5,6	12	28
Juan Soler	2012	6,4	13,9	7,2
	2013	6,3	4,1	8,7
Independencia	2012	5,6	18,2	49,6
	2013	5,5	15	56

Los controles de malezas post siembra se realizaron en función de la evolución del enmalezamiento. En el trébol rojo y sus mezclas se utilizó flumetsulam a una dosis de 300 cc/ha durante el primer año y a 450 cc durante el segundo. En situaciones donde el enmalezamiento lo requirió se agregó 2,4-DB con dosis de 500 a 750 cc/ha. Las aplicaciones se realizaron siempre después de los cortes y dejando al menos una semana entre corte y aplicación.

E. MODELO ESTADÍSTICO

Las variables relevadas fueron analizadas siguiendo el modelo lineal general y mixto en serie de experimento con bloques completos realizando contrastes de medias cuando necesario, según el test de Fisher (5%). Los análisis fueron realizados con el programa InfoStat.

A continuación se presenta el modelo estadístico correspondiente a serie de experimentos:

$$Y_{ij} = \mu + A + D + dC + (A \times r) + (A \times D) + (D \times dC) + \varepsilon_{ij} \text{ donde,}$$

- Y_{ij} corresponde a la variable analizada en el i-ésimo tratamiento de densidad y j-ésima bloque.
- μ : media general
- A: ambiente
- D: densidad

- dC: días de conteo (se incluyó este factor para corregir diferencias en los días de conteos, ya que razones climáticas u operativas, algunos de los conteos no se realizan en la fecha prevista)
- (A_{xr}): interacción ambiente por repetición error tipo (a)
- (A_xD): interacción ambiente por densidad
- (D_xdC): interacción densidad por días de conteo
- ϵ_{ij} : error experimental

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez culminada la etapa de campo, se ingresó toda información relevada, para luego realizar los análisis propuestos. A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los experimentos, tratando de discutir cuales fueron los factores que incidieron en el número de plantas logradas y en los niveles de producción acumulados a primavera del primer año.

A. EXPERIMENTO 1

1. Dinámica poblacional

Para el experimento 1 se ajustó el modelo de medidas repetidas en el tiempo para el número de plantas de trébol rojo puro. Se corrieron varios modelos y se seleccionó el modelo que presentó menor AIC y BIC. En el cuadro 11 se muestra la significancia de los términos para el modelo seleccionado.

Cuadro No. 11. Prueba de hipótesis para densidad poblacional.

Factores	p-value
Media	<0,0001
Ambiente	0,0047
Densidad	<0,0001
Repetición	0,0211
Días de conteo	0,2164
Ambiente*Densidad	0,1221
Ambiente*Días de conteo	<0,0001
Densidad*Días de conteo	0,0010
Ambiente*Densidad*Días de conteo	<0,0001

a. Ambiente

El análisis de factor ambiente muestra los siguientes resultados.

Cuadro No. 12. Densidad de plantas (pl/m²) para todos los tratamientos según ambiente.

Ambiente	Medias (pl/m ²)
EST 2013	246,61 a
SJ 2013	240,86 a
SJ 2012	218,59 b
EST 2012	209,42 b
FL 2012	185,13 c
FL 2013	179,88 c

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$)

En el cuadro 12 se observa que para los ambientes La Estanzuela (EST) y San José (SJ) del año 2013 resultaron significativamente mejores que el resto de los ambientes, en un 13% superior a la media del b. Los ambientes EST y SJ 2012 se ubican por debajo de los mismos sitios del 2013, explicado posiblemente por diferencias en las precipitaciones ocurridas. Para EST 2012 en el período 60-90 días las precipitaciones acumuladas alcanzaron 154 mm (agosto 2012, figura 4), y en SJ 2012 en el período 40-60 días acumularon 218 mm (agosto 2012, figura 5), lo que significó que las plantas pasaron por un período de excesiva humedad, disminuyendo notoriamente el número de plantas (ver anexo 1 y 2). Esto último pudo haber estado explicado, como mencionaban Altier (2010), Pérez et al. (2010), por las enfermedades que afectan la implantación ocasionadas por infecciones de hongos de los géneros *Pythium* y *Phytophthora*, los cuales se ven favorecidos por dichas condiciones de excesiva precipitación y bajas temperaturas. Para el caso de los ambientes SJ 2012 y 2013, las diferencias también pueden estar explicadas mayormente por distinta fecha de siembra (40 días de diferencia), lo que provocó que los primeros días de implantación de SJ 2013 estuviesen con más temperatura logrando mayor número de plantas. Esto ya fue reportado por Colabelli et al. (1995), Perrachón (2013), que determinaron que el cambio de la fecha de siembra (más tardía en el otoño) perjudica la implantación por menores temperaturas.

Por otro lado, el factor suelo podría estar explicando los menores valores observados en FL, teniendo en cuenta que en este sitio los suelos dominantes son planosles, a diferencia de los brunosoles de los otros dos sitios. Carámbula (2007) reportó que las diferencias en propiedades físicas y químicas entre suelos, influyen en el crecimiento de las plantas.

b. Densidad

Cuadro No. 13. Densidad de plantas según tratamiento.

Densidad (kg/ha)	Pl/m ²
18	401,6 a
15	313,8 b
12	234,2 c
9	173,0 d
6	107,6 e
3	50,2 f

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$)

Para el cuadro 13 se observa que las diferencias entre tratamientos son significativas, y a su vez el orden creciente de densidad de siembra se corresponde con el orden creciente de densidad de plantas. Los valores obtenidos son similares a los reportados en bibliografía por Hume et al. (1995), quienes llegaron a valores de 101 pl/m² para una densidad de 6 kg/ha.

c. Ambiente por densidad

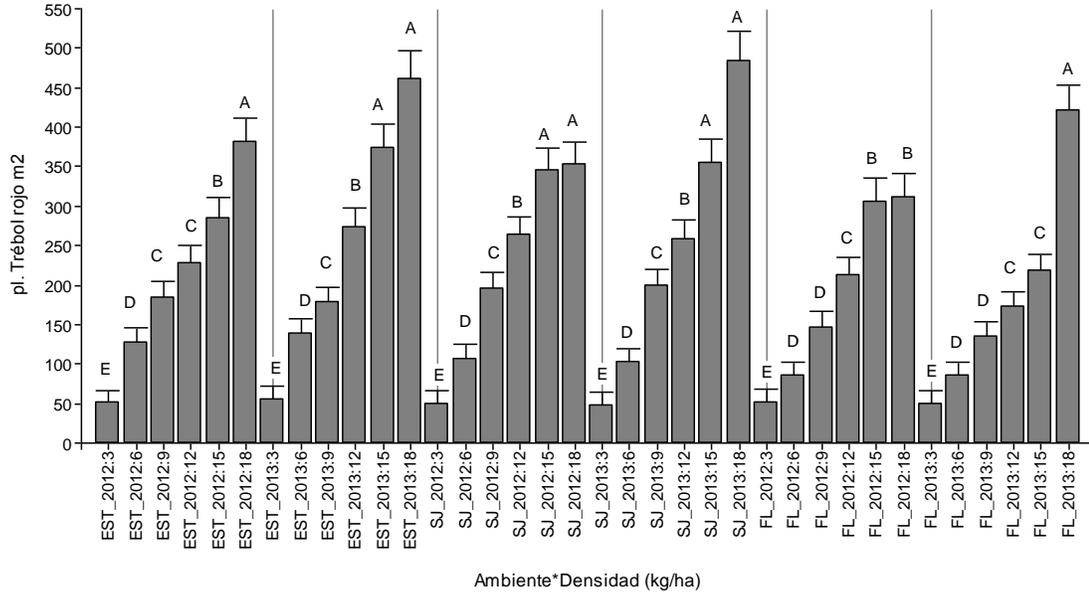


Figura No. 12. Número de plantas de trébol rojo (pl/m²) según ambiente y densidad.

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$)

Como había sido mencionado en el cuadro 11, se observa en la figura 12 que no hay interacción entre ambiente y densidad, por lo que la distribución de los datos es similar a los de densidad (cuadro 13).

2. Producción de forraje

Para la producción de forraje durante la primera primavera del experimento 1 (trébol rojo puro) se ajustó el modelo de medidas repetidas en el tiempo. Nuevamente se corrieron varios modelos y se seleccionó aquel que presentó menor AIC y BIC. En el cuadro 14 se muestra la significancia de los términos para el modelo seleccionado.

Cuadro No. 14. Prueba de hipótesis para producción de forraje.

Factores	p-value
Media	<0,0001
Sitio	<0,0001
Año	<0,0001
Densidad	<0,0001
Repetición	0,1705
Días de crecimiento	<0,0001
Sitio*Repetición	0,2145
Sitio*Densidad	0,6144
Densidad*Días de crecimiento	0,6602
Año*Días de crecimiento	<0,0001
Año*Densidad*Días de crecimiento	0,0158

a. Sitio

Cuadro No. 15. Producción acumulada de materia seca de los dos primeros cortes según sitio.

Sitio	kg MS/ha
EST	6888 a
SJ	3528 b
FL	3178 c

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$)

En el cuadro 15 se observan tres niveles de producción asociadas a los sitios, EST es el de mayor producción y FL el de menor. A pesar de que los suelos para EST y SJ son similares (Brunosoles Éutricos) y que las poblaciones medias de plantas eran significativamente iguales, la producción de materia seca no lo fue, siendo significativamente menor para SJ en ambos años. Los niveles de nitrógeno no deberían afectar esta variable, ya que se trata de una leguminosa, que fue inoculada en todos los casos, por lo que no se deberían observar deficiencias de este nutriente (Rebuffo, 2000). Por otro lado las diferencias en los niveles de fósforo que se observan en los sitios, si pudieron afectar la producción de forraje y la biomasa nodular, como mencionan Duarte (2003), Dabalá (2009).

El resultado de FL era el esperable, ya que el número de plantas era menor y a su vez el suelo es de menor potencial agrícola. Castaño y Bagliardi (2013) indican que para una pastura mezcla de una gramínea y una leguminosa es necesario alcanzar una densidad de 150 a 200 plantas por m² para cada uno de los componentes. En este caso se alcanzó este rango, pero se trata de una siembra pura, por lo que se puede insinuar que la producción estará resentida por baja población.

b. Año

Cuadro No. 16. Producción de materia seca de los dos primeros cortes según año.

Año	kg MS/ha
2012	4178,3 a
2013	3264,2 b

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$)

El factor año tuvo diferencia en producción, siendo mayor para el 2012. Esto puede estar explicado por las precipitaciones, ya que la temperatura no fue significativa.

c. Densidad

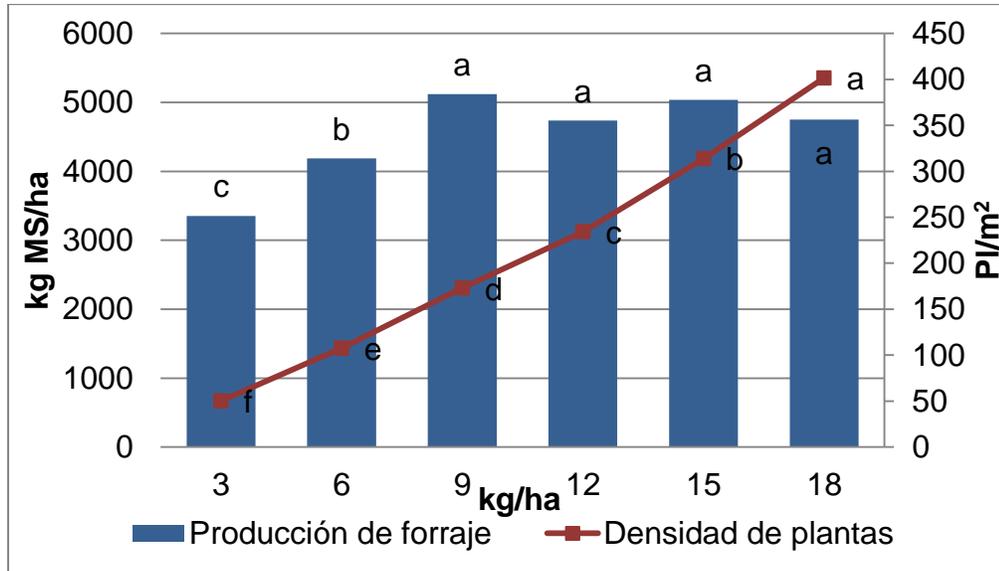


Figura No. 13. Rendimiento medio de materia seca acumulada para los dos cortes, y densidad de población media, según densidad de siembra.

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$). Las letras de densidad de población son independientes a las de rendimiento.

En la figura 13 se muestra que la respuesta observada en la producción de forraje no es la misma que para la población, ya que el mayor rendimiento no se obtiene con un mayor número de plantas. Si se considera la densidad de siembra recomendada en la bibliografía (Formoso 2006, Carámbula 2007, Ayala et al. 2010), 12 kg/ha, podemos suponer que valores más altos provocan competencia entre plantas, con pesos individuales menores, pero con igual producción por hectárea. Por otro lado una densidad menor provoca una compensación individual de plantas, ya que aumenta la disponibilidad de recursos, lo que deriva en una producción igual a densidades más altas. Densidades de siembra menores a 9 kg/ha ven resentida su producción por falta de plantas, sin embargo hay que recordar que estas producciones solo corresponden a los dos primeros cortes.

B. EXPERIMENTO 2

Para el experimento 2 también se ajustó el modelo de medidas repetidas en el tiempo para el número de plantas de trébol rojo en mezcla. Se corrieron varios modelos y se seleccionó el de menor AIC y BIC. En el cuadro 17 se muestra la significancia de los términos para el modelo seleccionado.

1. Dinámica poblacional

Cuadro No. 17. Prueba de hipótesis para densidad poblacional.

Factores	p-value
Media	<0,0001
Ambiente	<0,0001
Mezcla	0,0218
Densidad	<0,0001
Repetición	0,1008
Días de conteo	0,0262
Ambiente*Repetición	<0,0001
Ambiente*Mezcla	0,0167
Ambiente*Densidad	<0,0001
Mezcla*Densidad	0,0008
Ambiente*Días de conteo	<0,0001
Mezcla*Días de conteo	0,0001
Densidad*Días de conteo	<0,0001
Ambiente*Mezcla*Densidad	<0,0001
Ambiente*Densidad*Días de conteo	0,0029

a. Ambiente

Cuadro No. 18. Densidad de plantas de trébol rojo según ambiente.

Ambiente	PI/m ²
EST 2012	160,54 a
SJ 2012	156,48 a
EST 2013	144,45 b
FL 2013	142,25 b
SJ 2013	132,53 c
FL 2012	122,82 d

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p>0,05$)

A diferencia de lo ocurrido en el experimento 1, SJ y EST 2012 resultaron en mayor número de plantas por m^2 que en 2013, explicado posiblemente por el efecto de la planta acompañante. Los ambientes que incluyen a FL, en este caso no resultaron tan bajos como en el experimento 1, llegando a ser igual FL 2013 a EST 2013.

Los datos muestran que el trébol rojo frente a situaciones de estrés durante la implantación, como fue el caso del 2012 donde se registraron precipitaciones excesivas, en mezcla se comportaría mejor que el cultivo puro. A su vez, frente a suelos de menor potencial agrícola como los de FL, la mezcla se comporta mejor que en puro.

b. Mezcla

Cuadro No. 19. Densidad de plantas de trébol rojo según mezcla.

Mezcla	Pl/m ²
M2	149,5 a
M1	136,9 b

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p>0,05$)

La diferencia en número de plantas por m^2 es significativamente mayor en la mezcla 2 (M2), que incluye como cultivo acompañante a la achicoria. Una de las razones que puede estar explicado este comportamiento es la demora en la emergencia de la cebadilla lo que dejó expuesto al trébol rojo por más tiempo a las inclemencias del tiempo, como heladas.

c. Densidad

Cuadro No. 20. Densidad de plantas de trébol rojo según tratamiento.

Densidad (kg/ha)	Pl/m ²
12	238,8 a
10	204,0 b
8	173,3 c
6	121,8 d
4	79,6 e
2	41,5 f

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$)

En el cuadro 20 se observa que las diferencias entre tratamientos son significativas, y a su vez el orden creciente de densidad de siembra se corresponde con el orden creciente de densidad de plantas.

d. Ambiente por mezcla

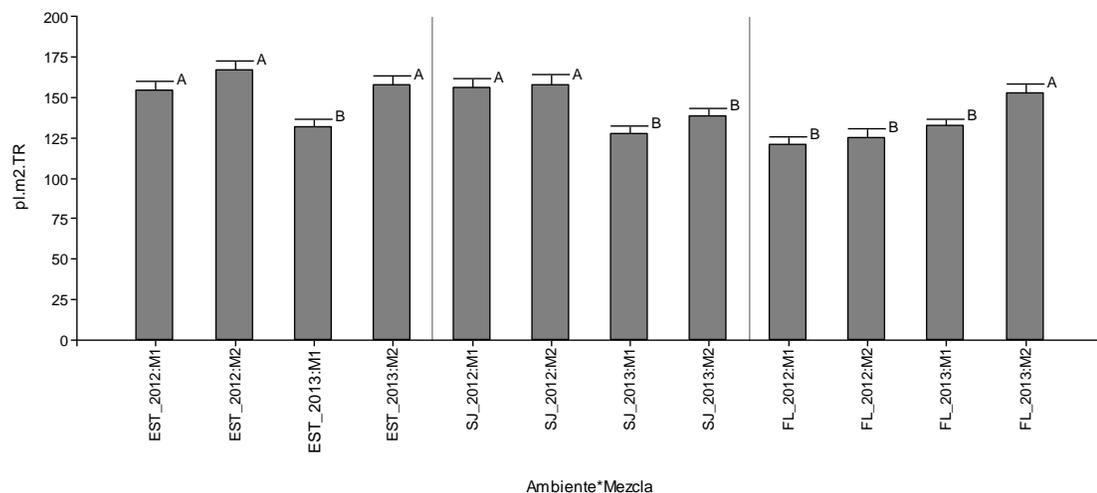


Figura No. 14. Plantas de trébol rojo/m² en mezcla según ambiente por mezcla.

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$).

En la figura 14 se observan dos grupos. Si el ambiente fue muy bueno (como se observa en el cuadro 18) (SJ y EST 2012), no hay diferencias entre mezclas. Lo mismo ocurre cuando el ambiente es muy malo (FL 2012 y SJ 2013), la mezcla no interacciona. Pero cuando el ambiente fue intermedio (EST y FL 2013), el tipo de mezcla si influye en el número de plantas, obteniéndose mayores resultados en la M2.

e. Ambiente por densidad

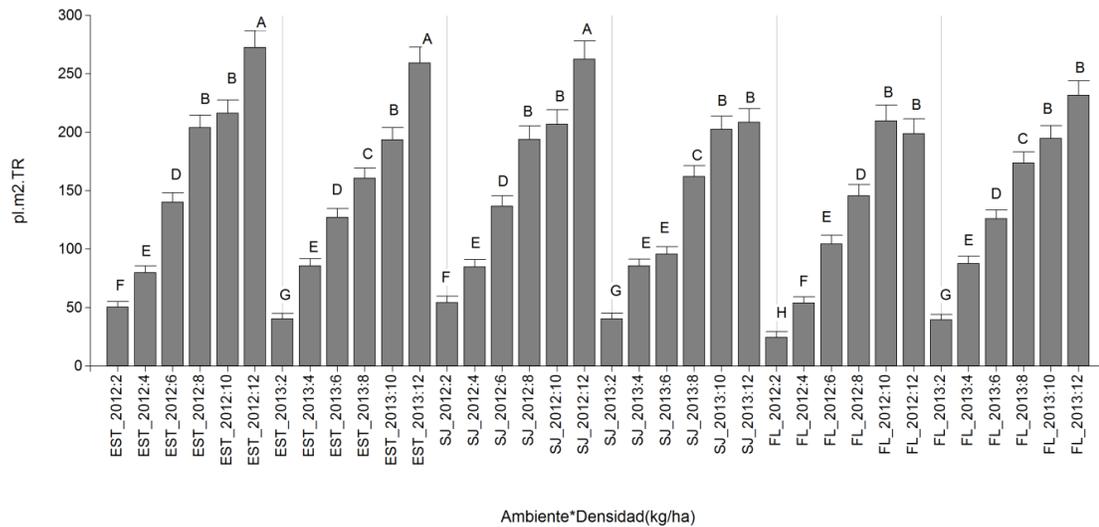


Figura No. 15. Plantas de trébol rojo/m² en mezcla según ambiente por densidad.

Medias con una letra en común son significativamente iguales (p>0,05).

Cuando las densidades fueron bajas, no existe interacción ambiente*densidad. Para densidades mayores, entre 10 y 12 kg/ha, no se ven diferencias en la mayoría de los ambientes, con la excepción de los mejores ambientes que se destacaron con la densidad mayor.

f. Mezcla por densidad

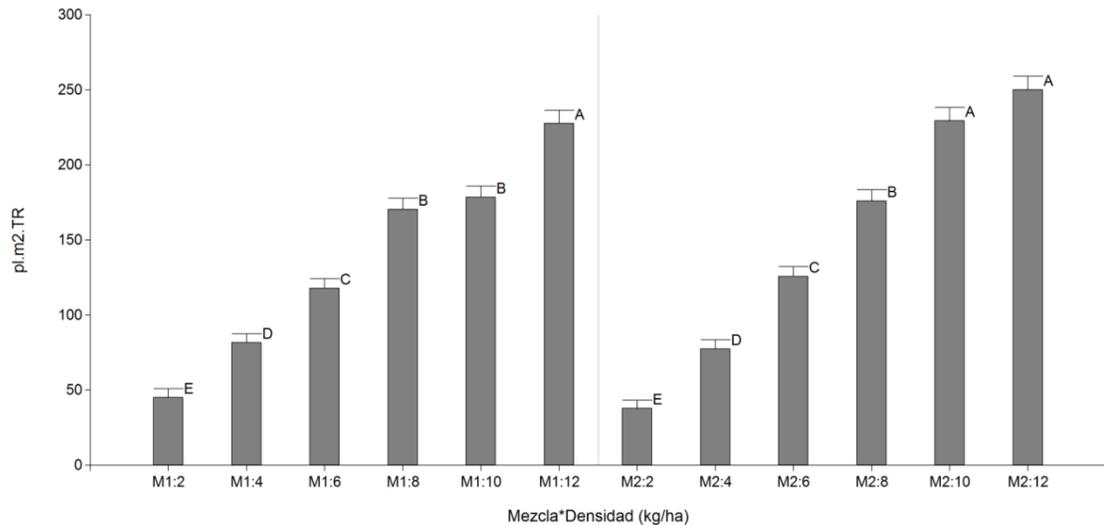


Figura No. 16. Plantas de trébol rojo/m² en mezcla según mezcla por densidad.

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$).

En la figura 16 donde se grafica la relación entre población y mezcla*densidad, solo se observa interacción en la densidad 10 kg/ha, donde sí se siembra con M2 se obtiene mayor número de plantas igualando a la mayor densidad, mientras que sembrando M1 a 10 kg/ha la población de plantas es igual que a 8 kg/ha.

2. Producción de forraje

En el caso de producción de forraje se utilizó el mismo modelo que densidad poblacional pero con la producción de materia seca de los dos primeros cortes de la mezcla. Se corrieron varios modelos y al igual que en los análisis anteriores se seleccionó aquel de menor AIC y BIC. En el cuadro 21 se muestra la significancia de los términos para el modelo seleccionado.

Cuadro No. 21. Prueba de hipótesis para producción de forraje.

Factor	p-value
Media	<0,0001
Ambiente	<0,0001
Repetición	0,0028
Mezcla	<0,0001
Densidad	<0,0001
pl.TR.90	<0,0001
pl.acomp.90	<0,0001
Rendimiento	<0,0001
Ambiente*Mezcla	<0,0001
Ambiente*Densidad	<0,0001
Mezcla*Densidad	<0,0001
Ambiente*Mezcla*Densidad	<0,0001

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p>0,05$)

a. Ambiente

Cuadro No. 22. Producción de materia seca de trébol rojo según ambiente.

Ambiente	kg MS/ha
SJ 2013	4754 a
EST 2013	2477 b
SJ 2012	2463 b
EST 2012	2310 c
FL 2013	2114 d
FL 2012	1707 e

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p>0,05$)

En el cuadro 22 se observa la relación entre la producción de materia seca de trébol rojo y el ambiente. El ambiente SJ 2013, a pesar de tener una baja población, se destaca del resto probablemente explicado por una fecha de siembra más temprana (alrededor de 20 días de diferencia), que permitió acumular más días de crecimiento.

Los ambientes que incluyen a FL presentan los menores valores de producción, como era esperable para suelos de menor potencial agrícola (cuadro 3).

b. Mezcla

Cuadro No. 23. Producción de materia seca de trébol rojo en las mezclas, según mezcla.

Mezcla	kg MS/ha
M1	2701 a
M2	2574 b

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$)

Las diferencias en producción de materia seca de trébol rojo en las mezclas pueden deberse por un lado a las diferencias en morfología de las especies acompañantes variando la competencia por luz, o por ser las mismas distintas especies que utilizan distinto los nutrientes y el agua. Se observa que para la M1 la producción de trébol rojo fue mayor.

c. Densidad

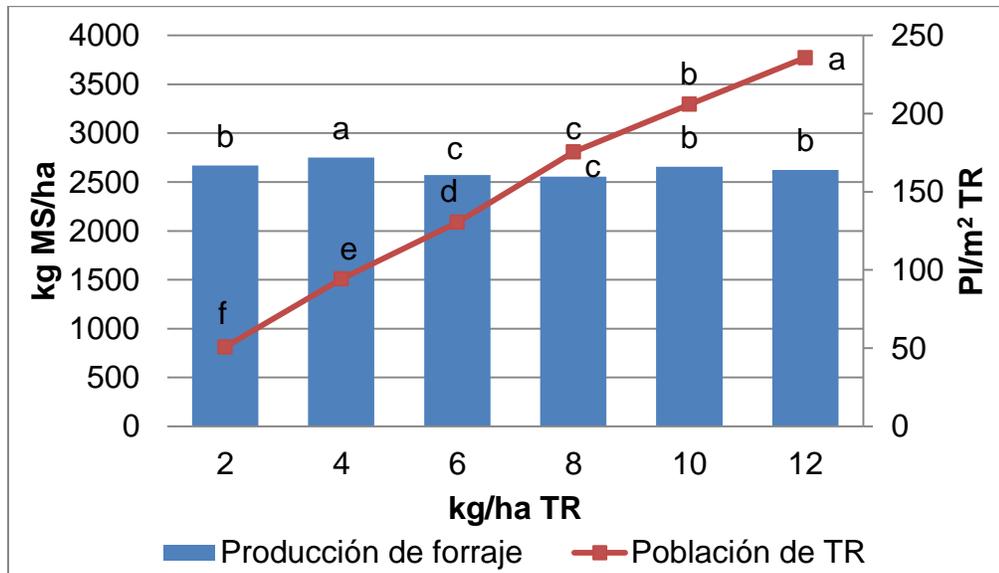


Figura No. 17. Rendimiento de materia seca del trébol rojo en la mezcla, y densidad de población de trébol rojo en la mezcla, según densidad de siembra de trébol rojo.

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$). Las letras de densidad de población son independientes a las de rendimiento.

La producción de forraje de trébol rojo observada no se corresponde con los valores de densidad de plantas.

d. Ambiente por mezcla

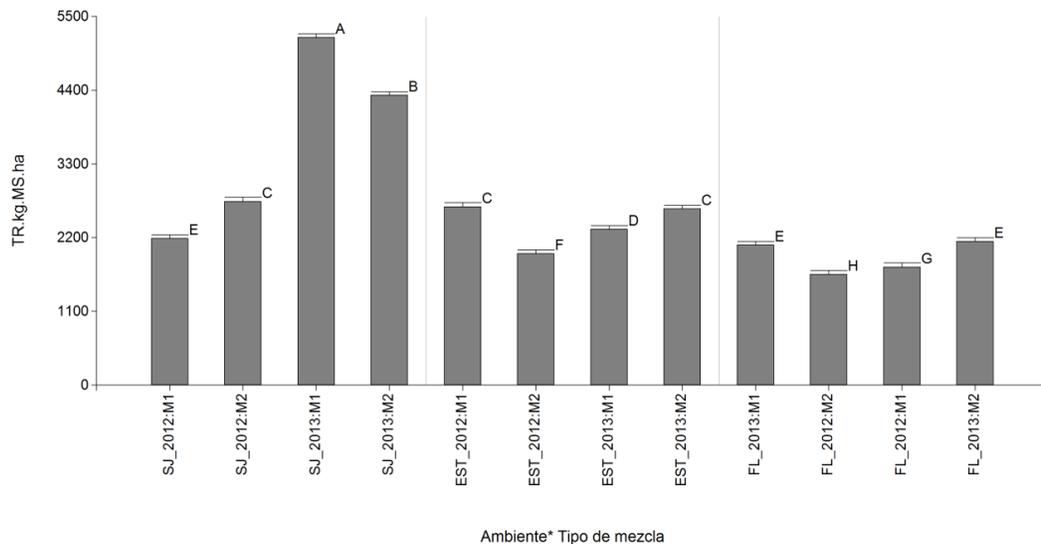


Figura No. 18. Producción de forraje de la mezcla para los dos primeros cortes según ambiente por mezcla.

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$).

En la figura 18 se observa que para el ambiente SJ 2012 la producción de M1 es menor que la de M2. Esto no se corresponde ni con la producción de la mezcla (cuadro 23), ni con la población vista en la figura 14 en la cual se obtenían iguales poblaciones. Esto puede deberse a las diferencias en el tiempo a emergencia de la achicoria frente a la cebadilla, como ya fue mencionado. A su vez las diferencias entre SJ 2012 M1 y SJ 2013 M1, y SJ 2012 M2 y SJ 2013 M2 probablemente se deban a la diferencia en la fecha de siembra de casi un mes (cuadro 7).

Para EST 2013 la producción de M1 también rindió menos, pero en este caso si se relaciona con una menor población (figura 14). Para los ambientes de FL se observan resultados similares.

e. Ambiente por densidad

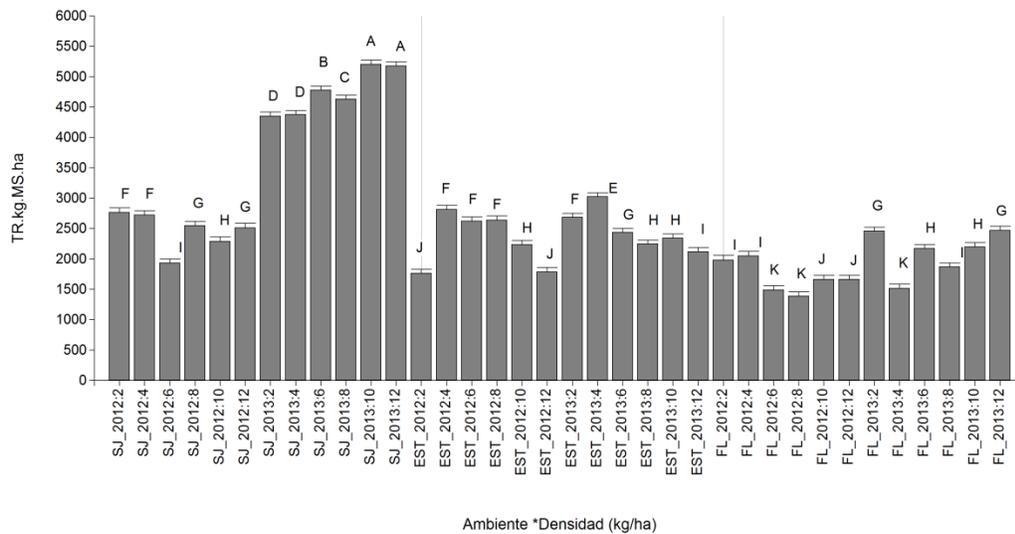


Figura No. 19. Producción de forraje de la mezcla para los dos primeros cortes según ambiente por densidad.

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0,05$).

En la figura 19 se pueden observar a grandes rasgos dos grupos. El primero se ve representado por el ambiente SJ 2013 con todas sus densidades, y presenta un rendimiento de forraje significativamente mayor que el segundo, que va a incluir a todo el resto de los ambientes. Este incremento se atribuye a la diferencia en fecha de siembra, la cual se dio para SJ 2013 casi un mes antes (cuadro 7) que para el resto de los ambientes.

V. CONCLUSIONES

En el experimento 1, en lo que se refiere a población se puede observar que en los peores ambientes, los cuales pueden ser causados por suelos de menor potencial agrícola como los son los suelos de Florida o por eventos climáticos adversos, como lo fueron en el 2012, el número de plantas logradas promedio fueron bajas y menores a las reportadas en bibliografía.

Cuando se analizan los resultados de la relación entre ambiente y densidad, vemos que no existe interacción entre los factores, pero si una tendencia a que en aquellos suelos de menor potencial como los de Florida para lograr una implantación similar a la de los otros sitios habría que aumentar la densidad de siembra.

En lo que refiere a la producción de forraje de trébol rojo puro (experimento 1) una vez que se logra superar las 170 pl/m² (9 kg/ha), no se producen mayores rendimientos con aumentos en la densidad de siembra.

En el experimento 2 existe un efecto de planta acompañante que se destaca cuando los ambientes son malos, mejorando el número de plantas de trébol rojo.

En cuanto a las situaciones de estrés ocasionadas por un número alto de heladas durante la etapa de implantación, se observa que la mezcla que incluye a la achicoria logró un 9% más plantas de trébol rojo.

En la mezcla con cebadilla se obtienen mayores producciones de forraje de trébol rojo.

La producción de forraje de trébol rojo en mezcla se ve poco afectada por la densidad de siembra obteniéndose un máximo con 95 pl/m² (4 kg/ha) de trébol rojo.

VI. RESUMEN

El presente trabajo se realizó durante el otoño, invierno y primavera del 2013 en tres sitios de la cuenca lechera tradicional con el fin de evaluar distintos suelos. Estos fueron la Estación Experimental “La Estanzuela” del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), el predio de la familia Rodríguez ubicado sobre un camino vecinal que da a la ruta 23 a unos 7 km del poblado de Juan Soler del departamento de San José, y el predio de la familia Braga ubicado en la localidad de Independencia del departamento de Florida. Los sitios fueron seleccionados a su vez por tener al menos 10 años de siembra directa y que pertenezcan al área de pastoreo del ganado lechero. A su vez se incorporaron al análisis los datos del 2012, de similar procedencia. Las tareas de campo realizadas para esta investigación corresponden a la fase de implantación y producción del trébol rojo puro y en mezcla con achicoria y con cebadilla durante su primera primavera, buscando una relación entre la dinámica poblacional y el nivel de implantación, y su impacto sobre la producción de forraje. Para esto se realizaron dos experimentos; el primero consistió en la siembra de trébol rojo puro a distintas densidades de siembra (en el rango de 3 a 18 kg/ha); y para el segundo se sembró por un lado trébol rojo con achicoria y por otro con cebadilla a distintas densidades de siembra (en el rango de 2 a 15 kg/ha). Las determinaciones realizadas fueron el conteo de plántulas a los 20, 40, 60 y 90 días post siembra, y la producción de forraje del trébol rojo tanto puro como en sus mezclas. Los resultados del experimento 1 arrojan que el número de plantas logrado va a estar influenciado por el ambiente en que se desarrolle la pastura, obteniéndose menores valores cuando estos fueron malos, como en suelos de menor potencial agrícola como los de Florida, o en años malos como lo fue el 2012. En estos casos habría que aumentar la densidad de siembra para lograr similares valores de implantación. A una densidad de siembra de 9 kg/ha, lo que se corresponde con una población de 173 pl/m² se logran los mayores valores de producción de forraje, igualando a las densidades mayores. En cuanto al experimento 2 se constata que los ambientes donde se lograron las máximas poblaciones no coinciden con los ambientes donde se dan las máximas poblaciones para el experimento 1, explicado por el efecto acompañante. Frente a una situación de estrés durante la etapa de implantación, como pudo haber sido un gran número de heladas, la mezcla con achicoria se comporta mejor que la mezcla con cebadilla, obteniéndose mayores valores de implantación. La producción de forraje de trébol rojo en la mezcla se ve poco afectada por la densidad de siembra, obteniéndose un máximo en siembras de 4 kg/ha, lo que se corresponde con una población de 94 pl/m².

Palabras clave: Trébol rojo; Implantación; Producción de forraje.

VII. SUMMARY

This work was conducted during the fall, winter and spring of 2013 at three sites of traditional dairy area to evaluate different soils. These were the Experimental Station "La Estanzuela" National Institute for Agricultural Research (INIA), the site of the Rodriguez family located on a local road that overlooks Route 23 about 7 km from the town of Juan Soler department of San José and the estate of the family Braga located in the town of Independence of the department of Florida. The sites were selected in turn by having at least 10 years of direct seeding and belonging to the area of grazing dairy cattle. In turn data 2012, similar origin were incorporated into the analysis. Field work conducted for this research relate to the implementation phase and production of pure red clover and mixed with chicory and cebadilla during their first spring, looking for a relationship between population dynamics and the level of implementation, and its impact on forage production. For this, two experiments were conducted; the first consisted of planting pure red clover at different densities (in the range of 3-18 kg / ha); and the second was planted by hand with a red clover and other chicory cebadilla different densities (in the range of 2 to 15 kg / ha). The determinations were counting planting seedlings to 20, 40, 60 and 90 days post and forage production of both pure and red clover mixtures thereof. The results of experiment 1 cast the number of plants achieved will be influenced by the environment in which the pasture is developed, yielding lower values when they were bad, as in soils lower agricultural potential such as Florida, or in bad years as it was in 2012. in these cases should be increased planting density to achieve similar values of implantation. To a seeding density of 9 kg / ha, which corresponds to a population of 173 pl / m² higher forage production values, matching the highest densities are achieved. As for Experiment 2 was found to environments where maximum populations failed to match the environments where they give the maximum population for experiment 1, explained by the accompanying effect. In a situation of stress during the implementation stage, as it could have been a large number of frost, mixed with chicory performs better than the mixture cebadilla, yielding higher values of implantation. Forage production of red clover in the mix is little affected by planting density reaching a maximum in plantings of 4 kg / ha, which corresponds to a population of 94 pl / m².

Keywords: Red clover; Establishment; Yield.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ABBOTT, L.; PISTORALE, S. 2010. Determinación de componentes de la varianza y heredabilidad en cebadilla criolla (*Bromus catharticus* Vahl.). *Agriscientia* (Argentina). 27 (2): 115-123
2. ALTIER, N. 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). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 37-44 (Serie Técnica no. 134).
3. _____. 2010. Enfermedades y plagas en pasturas. In: Altier, N.; Rebuffo, M.; Cabrera, K. eds. Enfermedades y plagas en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 19-36 (Serie Técnica no. 183).
4. ALZUGARAY, R.; RIBEIRO, A. 2010. Estrategias para enfrentar problemas con insectos en pasturas. In: Altier, N.; Rebuffo, M.; Cabrera, K. eds. Enfermedades y plagas en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-18 (Serie Técnica no. 183).
5. AYALA, W.; BEMHAJA, M.; COTRO, B.; DOCANTO, J.; GARCÍA, J.; OLMOS, F.; REAL, D.; REBUFFO, M.; REYNO, R.; ROSSI, C.; SILVA, J. 2010. Forrajeras; catálogo de cultivares 2010. Montevideo, INIA. pp. 85-139.
6. 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).
7. BARLETTA, P.; CAMARASA, J.; CARTA, H.; DE ANDRÉS, A.; MÉNDEZ, D.; O'GORMAN, J.M.; OJUEZ, C.; PEREZ, G.; SCHENEITER, O.; VAREA, I. 2013. Abundancia de trébol rojo y trébol blanco en pasturas del centro y norte de la provincia de Buenos Aires. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. 39 (1): 95-104.

8. BERTÍN, O.; MADDALONI, J. 1980. Achicoria (*Cichorium intybus*) Manejo y utilización del cultivo. INTA. Boletín de divulgación técnica no. 47. pp. 1-11.
9. CÁMARA DE SEMILLERISTAS DE LA BOLSA DE CEREALES. 2010. Implantación. Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 1-9.
10. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
11. _____. 2007. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Buenos Aires, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
12. _____. 2008. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Buenos Aires, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
13. CARBAJAL, J. A. 1994. Establishment and grazing management of "Grassland Puna" chicory (*Cichorium intybus* L.). Tesis Master of Agricultural Science. Lincoln, New Zealand. Lincoln University. 96 p.
14. CASTAÑO, J. A.; BAGLIARDI, M. 2013. El éxito comienza con la siembra. Pasturas Perennes. INTA. Visión Rural. 18 (90): 1-10.
15. CESARI, J. 1986. Comportamiento productivo de una mezcla con achicoria y su respuesta a distintas fertilizaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 101 p.
16. CHARLTON, J. F. L.; STEWART, A. V. 1999. Pasture species and cultivars used in New Zealand. Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 61: 147-166.
17. 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.

18. DABALÁ, L. 2009. Guía de siembra directa. Montevideo, Uruguay, Asociación Uruguaya Pro Siembra Directa. 44 p.
19. DUARTE, G. 2003. Fertilización de pasturas en la región de la pampa arenosa. Agromercado. Cuadernillo forrajero no. 73. pp. 1-7.
20. ERNST, O. 2000. Siembra sin laboreo de cultivos de invierno. Paysandú, EEMAC. pp. 1-14.
21. FERRARI, O. 2014. Influencia del rastrojo del cultivo antecesor en la siembra directa de pasturas. (en línea). Buenos Aires, Grupo Guarino. s.p. Consultado 19 jun. 2014. Disponible en <http://www.delsector.com/vernoti.php?notid=5494>
22. FODERE, C. G.; NEGRETTE, B. 2000. Evaluación agronómica de achicoria INIA LE Lacerta en diferentes mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 112 p.
23. FORMOSO, F. 1995. Producción de semilla de achicoria cv. INIA LE Lacerta. Montevideo, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 60).
24. _____. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
25. _____. 2000. Manejo de la alfalfa para la 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).
26. _____. 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).
27. _____. 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

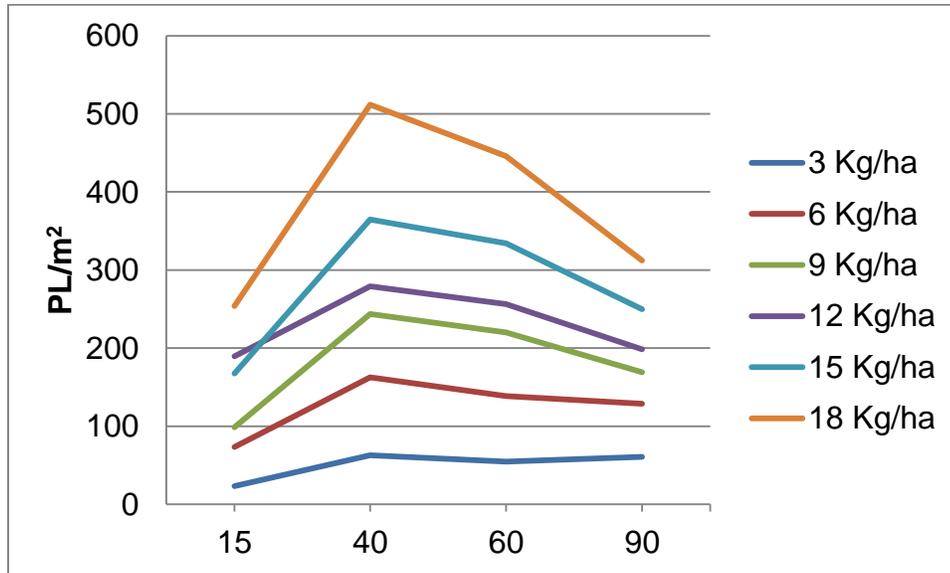
28. GARCÍA, J. A.; FORMOSO, F. A.; RISSO, D. F.; ARROSPIDE, C. G. y OTT, P. 1981. Factores que afectan la productividad y estabilidad de praderas. Miscelánea CIAAB. no. 29: 23.
29. _____.; REBUFFO, M.; FORMOSO, F. 1991. Las forrajeras de la Estanzuela. Montevideo, INIA. 11 p. (Boletín de Divulgación no. 7).
30. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).
31. _____. 2006. Instalación y manejo de pasturas para el Litoral oeste. In: Seminario de Actualización Técnica (1º., 2006, La Estanzuela). Nuevas forrajeras de la Estanzuela para el año 2006. Montevideo, INIA. pp. 11-20.
32. 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. p.14.
33. HUME, D. E.; LYONS, T. B.; HAY, R. J. M. 1995. Evaluation of 'Grasslands Puna' chicory (*Cichorium intybus* L.) in various grass mixtures under sheep grazing. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 38 (3): 317-328.
34. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (INIA). 2014. Banco de datos agroclimáticos. (en línea). Montevideo, GRAS. s.p. Consultado 15 ago. 2014. Disponible en <http://www.inia.uy/investigaci%C3%B3n-e-innovaci%C3%B3n/unidades/GRAS/Clima/Banco-datos-agroclimatico>
35. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLA (INASE). 2009. Manual de semillas del Uruguay. Montevideo, Uruguay. pp. 1-15.
36. JACOBS, S. W.; EVERETT, J. 2000. Grasses; systematics and evolution. The species of bromus (*Poaceae: Bromeae*) in South América. Sidney, CSIRO. pp. 89-102.

37. MOLITERNO, E. A. 1998. Intensificación de la producción forrajera en el país. Antecedentes y evolución en los últimos años. Cangüé. no. 12: 8-12.
38. _____. 2000. Caracterización de la producción inicial de diversas mezclas forrajeras. Agrociencia (Montevideo). 4 (1): 31-49.
39. _____. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento productivo de mezclas forrajeras en su primer año. Agrociencia (Montevideo). 6 (1): 40-52.
40. ORTEGA, F.; ORIELLA, R.; GALDAMEZ, R. 1991. Evaluación de cultivares de trébol rosado (*Trifolium pratense* L.) en la IX región. Agricultura Técnica (Chile). 51 (2): 138-144
41. 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).
42. PERRACHÓN, J. 2011. Siembra directa en Uruguay algunos mitos muy arraigados en el ámbito agropecuario. Revista Plan Agropecuario. no. 139: 42-45
43. _____. 2013. Instalación de pasturas perennes. Revista Plan Agropecuario. no. 146: 48-53
44. POGNANTE, J.; BRAGACHINI, M.; CASINI, C. 2011. Siembra directa. INTA. Actualización técnica no. 58. s.p.
45. REBUFFO, M.; ALTIER, N. 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).
46. _____.; RISSO, D. F.; RESTAINO, E. eds. 2000. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. 159 p. (Boletín de Divulgación no. 69).

47. RUMBALL .W. 1986. Grasslands Puna chicory (*Cichorium intybus* .L).
New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 14: 105-107.
48. SHELDRIK, R. D.; LAVENDER, R. H.; TEWSON, V. J. 1986. The effects of frequency of defoliation, date of first cut and heading date of a perennial ryegrass companion on the yield, quality and persistence of diploid and tetraploid broad red clover. Grass and Forage Science. 44: 137-149.
49. SKIPP, R.A.; CHRISTENSEN, M.J. 1990. Selection for persistence in red clover: influence of root disease and stem nematode. New Zealand Journal of Agricultural Research. 33: 319-333.
50. _____. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE SUELOS Y FERTILIZANTES (MAP. DSF). 1979. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. t.3, apéndices, 273 p.
51. WALLENHAMMAR, A.; ADOLFSSON, E.; ENGSTRÖM, M.; HENRIKSSON, M.; LUNDMARK, S.; ROEMPKE, G.; STÅHL, P. 2006. Field surveys of Fusarium root rot in organic red clover leys. Sustainable grassland productivity. In: General Meeting of the European Grassland Federation (21st., 2006, Badajoz, Spain). Proceedings. Madrid, s.e. pp. 369-371.
52. ZARZA, R.; GONZÁLEZ, S. 2010. Enfermedades y plagas en pasturas. Uso de insecticidas y fungicidas curasemillas durante el almacenamiento y su efecto en la germinación y vigor de leguminosas forrajeras. In: Altier, N.; Rebuffo, M.; Cabrera, K. eds. Enfermedades y plagas en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 123-136 (Serie Técnica no. 183).

IX. ANEXOS

Anexo No. 1. Plantas de trébol rojo por m² según día de conteo para los 6 tratamientos. Ambiente EST 2012.



Anexo No. 2. Plantas de trébol rojo por m² según día de conteo para los 6 tratamientos. Ambiente SJ 2012.

