

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA Y TIPO DE BARBECHO EN LA  
IMPLANTACIÓN Y PRODUCCIÓN INICIAL DE MEZCLAS CON *FESTUCA*  
*ARUNDINACEA* Y *DACTYLIS GLOMERATA*

por

Santiago GOMES DE FREITAS AZCURREAIN  
Alvaro KLAASSEN WIENS

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2011

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

-----  
Ing. Agr. Pablo Boggiano

-----  
Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha:

Autores:

-----  
Santiago Gomes de Freitas Azcurrain

-----  
Alvaro Klaassen Wiens

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar se agradece a Dios por permitirnos terminar esta preciosa carrera.

A nuestras familias, compañeros de la generación EEMAC 2010.

A nuestros tutores Ing. Agr. Ramiro Zanoniani, Ing. Agr. Pablo Boggiano e Ing. Agr. Alfredo Silbermann, ya que impulsaron y permitieron el desarrollo de esta Tesis.

Al personal de la EEMAC.

A Procampo Uruguay S.R.L. por el apoyo brindado.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. <u>CONCEPTOS GENERALES DE IMPLANTACIÓN</u> .....	3
2.2. <u>DATOS DE IMPLANTACIÓN EN NUESTRO PAÍS</u> .....	3
2.3. <u>CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES Y CULTIVARES</u> .....	5
2.3.1. <u><i>Dactylis glomerata</i></u> .....	5
2.3.2. <u><i>Festuca arundinacea</i></u> .....	7
2.3.3. <u><i>Trifolium repens</i></u> .....	8
2.3.4. <u><i>Lotus corniculatus</i></u> .....	10
2.3.5. <u><i>Medicago sativa</i></u> .....	11
2.4. <u>ÉPOCA DE SIEMBRA E IMPLANTACIÓN DE PASTURAS</u> .....	13
2.4.1. <u>Humedad</u> .....	13
2.4.2. <u>Temperatura</u> .....	14
2.4.3. <u>Fechas de siembra</u> .....	14
2.4.3.1. <u>Siembras de primavera</u> .....	14
2.4.3.2. <u>Siembras de otoño</u> .....	15
2.5. <u>RASTROJOS E IMPLANTACIÓN DE PASTURAS</u> .....	16
2.5.1. <u>Características de los rastrojos de <i>Digitaria</i> y <i>Sorgo</i></u> .....	19
2.5.1.1. <u>Rastrojo de <i>Digitaria sanguinalis</i></u> .....	19
2.5.1.2. <u>Rastrojo de <i>Sorgo</i></u> .....	20
2.6. <u>MEZCLAS FORRAJERAS E IMPLANTACIÓN DE PASTURAS</u> ..	22
2.6.1. <u>Mezclas de la tesis</u> .....	25
2.6.2. <u>Tipo de mezcla y época de siembra</u> .....	44
2.6.3. <u>Tipo de mezcla y rastrojos</u> .....	27
2.7. <u>MALEZAS</u> .....	28
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	30
3.1. <u>OBJETIVOS GENERALES</u> .....	30
3.2. <u>OBJETIVO ESPECÍFICOS</u> .....	30
3.3. <u>CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES</u> .....	30
3.3.1. <u>Lugar y período experimental</u> .....	30
3.3.2. <u>Descripción del sitio experimental</u> .....	31
3.3.3. <u>Antecedentes del área experimental</u> .....	31

3.3.4. <u>Tratamientos</u> .....	33
3.3.5. <u>Diseño experimental</u> .....	33
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	34
3.4.1. <u>Variables estudiadas</u> .....	35
3.4.1.1. Porcentaje de germinación.....	35
3.4.1.2. Peso de mil semillas.....	35
3.4.1.3. Porcentaje de implantación.....	35
3.4.1.4. Grado de desarrollo en leguminosas.....	36
3.4.1.5. Enmalezamiento.....	36
3.4.1.6. Relación parte aérea/raíz.....	36
3.5. HIPÓTESIS.....	37
3.5.1. <u>Hipótesis biológicas</u> .....	37
3.5.2. <u>Hipótesis estadística</u> .....	37
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	37
3.6.1. <u>Modelo estadístico</u> .....	37
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	39
4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÍODO DE EVALUACIÓN.....	39
4.1.1. <u>Temperatura</u> .....	39
4.1.2. <u>Precipitaciones</u> .....	40
4.2. PROMEDIO GENERAL DE IMPLANTACIÓN DE EXPERIMENTO.....	41
4.2.1. <u>Peso de mil semillas, germinación y densidad de siembra</u> ... ..	42
4.2.1.1. Análisis de peso de mil semillas y germinación.....	42
4.2.1.2. Promedio de ambas fechas de siembra.....	43
4.2.1.3. Evolución del porcentaje de implantación del experimento.....	43
4.3. PROMEDIO GENERAL DE NÚMERO DE PLANTAS.....	46
4.4. ANÁLISIS DEL EFECTO DE CADA TRATAMIENTO EN IMPLANTACIÓN.....	48
4.4.1. <u>Efecto de la fecha de siembra</u> .....	48
4.4.1.1. Implantación general según fecha de siembra.....	49
4.4.1.2. Número de plantas totales según fecha de siembra.	51
4.4.1.3. Leguminosas estivales.....	52
4.4.1.4. Trébol blanco.....	53
4.4.1.5. Gramíneas perennes.....	55
4.4.1.6. Enmalezamiento.....	56
4.4.1.7. Parte aérea y raíz a los 90 días.....	57
4.4.2. <u>Efecto del rastrojo</u> .....	59
4.4.2.1. Implantación general según rastrojo.....	59

4.4.2.2. Número de plantas totales según rastrojo.....	60
4.4.2.3. Leguminosas estivales.....	61
4.4.2.4. Gramíneas perennes .....	62
4.4.2.5. Trébol blanco. ....	63
4.4.2.6. Enmalezamiento.....	64
4.4.2.7. Parte aérea y raíz a los 90 días.....	65
4.4.3. <u>Efecto de la mezcla</u> .....	66
4.4.3.1. Implantación general según mezcla.....	66
4.4.3.2. Número de plantas totales según mezcla.....	68
4.4.3.3. Leguminosas estivales.....	69
4.4.3.4. Gramíneas perennes.....	70
4.4.3.5. Enmalezamiento.....	71
4.4.3.6. Parte aérea y raíz en cada mezcla a los 90 días.....	72
4.4.3.7. Relación entre mezcla y fecha de siembra.....	73
4.4.3.8. Relación entre mezcla y rastrojo.....	75
4.4.4. Relación entre producción inicial, porcentaje de implantación y número de plantas a los 90 días.....	76
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	78
5.1. CONSIDERACIONES FINALES.....	79
6. <u>RESUMEN</u> .....	81
7. <u>SUMMARY</u> .....	83
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	85
9. <u>ANEXOS</u> .....	92

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Primer año de vida de los ensayos de <i>Dactylis glomerata</i> , sembrados en los años 2008, 2009 y 2010.....	6
2. Producción de forraje anual y acumulada de los cultivares en el ensayo de <i>Festuca arundinacea</i> , sembrados en 2008.	8
3. Datos de la primer fecha de siembra.....	32
4. Datos de la segunda fecha de siembra.....	32
5. Datos de germinación y peso de mil semillas.....	42
6. Datos promedio de ambas fechas de siembra.....	43
7. Plantas de leguminosa estival, porcentaje de implantación y desarrollo según fecha de siembra y días post emergencia	52
8. Plantas de trébol blanco, porcentaje de implantación y desarrollo según fecha de siembra y días post emergencia..	54
9. Plantas de gramínea perenne y porcentaje de implantación según fecha de siembra y días post emergencia.....	55
10. Biomasa aérea y radicular en kg MS/ha y relación parte aérea/raíz.....	57
11. Plantas de leguminosa estival, porcentaje de implantación y desarrollo según rastrojo y días post emergencia.....	62

12. Plantas de gramínea perenne y porcentaje de implantación según rastrojo y días post emergencia.....	63
13. Plantas de Trébol blanco, porcentaje de implantación y desarrollo según rastrojo y días post emergencia.....	63
14. Biomasa aérea y radicular en kg MS/ha y relación parte aérea/raíz.....	65
15. Plantas de leguminosa estival por m <sup>2</sup> , porcentaje de implantación y desarrollo según mezcla y días post emergencia.....	69
16. Plantas de gramínea perenne por m <sup>2</sup> y porcentaje de implantación según mezcla y días post emergencia..	71
 Gráfico No.	
1. Temperatura media de la serie histórica en la EEMAC y del período experimental según mes.....	39
2. Precipitaciones de la serie histórica en la EEMAC y del período experimental según mes.....	40
3. Implantación general según días post emergencia.....	44
4. Implantación según especie y días post emergencia.....	45
5. Número de plantas según días post emergencia.....	47
6. Porcentaje de implantación según fecha de siembra y días post emergencia.....	49

7. Número de plantas según fecha de siembra y días post emergencia.....	51
8. Enmalezamiento según fecha de siembra y días post emergencia.....	56
9. Porcentaje de implantación según rastrojo y días post emergencia.....	59
10. Número de plantas por m <sup>2</sup> según rastrojo y días post emergencia.....	60
11. Enmalezamiento según rastrojo y días post emergencia.	64
12. Porcentaje de implantación según mezcla y días post emergencia.....	67
13. Número de plantas por m <sup>2</sup> según mezcla y días post emergencia.....	68
14. Enmalezamiento según mezcla y días post emergencia..	72
15. Biomasa aérea y radicular de cada mezcla a los 90 días..	73
16. Biomasa aérea y radicular de cada mezcla según fecha de siembra a los 90 días.....	74
17. Biomasa aérea y radicular de cada mezcla según rastrojo a los 90 días.....	75

18. Relación entre producción de materia seca a los 90 días e implantación (%) a los 90 días.....	76
19. Relación entre producción de materia seca a los 90 días y número de plantas por m <sup>2</sup> a los 90 días.....	77
Ilustración No.	
1. Croquis del área experimental.....	33
2. Línea de tiempo del experimento.....	48

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de forraje en el Uruguay se basa en diferentes alternativas, desde las más extensivas, como son las pasturas naturales o los mejoramientos de campo natural, hasta las más intensivas como pasturas implantadas o verdes. El uso de pasturas mejoradas impacta en el crecimiento de las mismas y afecta el desempeño animal permitiendo levantar las limitantes que puede tener el campo natural por su estacionalidad o calidad.

La decisión de sembrar una pradera con especies perennes es una inversión a mediano plazo cuyo impacto se espera mejore la producción de los sistemas. La misma, consiste en la compra de insumos y el uso de las tecnologías disponibles para lograr el objetivo. Sin embargo, si las pasturas sembradas no se implantan correctamente su producción jamás será la esperada. Además, pasturas mal implantadas conducen a un inminente enmalezamiento prematuro y baja persistencia, de modo que se habrá gastado dinero esperando algo que no se logró.

En tiempos de intensificación de la producción agropecuaria en general y buenas coyunturas de precios a nivel internacional, el pasto sigue siendo la opción más barata para producir carne, leche o lana. A su vez, es un recurso renovable y sustentable a largo plazo. Sin embargo existen medidas de manejo a afinar para aprovechar cabalmente este recurso; entre ellas la elección de la chacra, el manejo del barbecho, la fecha de siembra, la elección de la semilla y el método de siembra, son cruciales para lograr implantar una pastura de alta producción y persistencia.

Conocer cómo cada una de estas variables y su interacción afectan la implantación, surge como la clave a la hora de tomar decisiones agronómicas sin comprometer la producción y persistencia de una pastura. Además, constituyen tecnologías que son “de proceso”, o sea, de planificar y pensar las cosas; en contraposición de las “tecnologías de insumos” que son más comunes en nuestros

tiempos, las cuales constituyen gastos de dinero y mayores riesgos. No es que no se deban aplicar tecnologías de insumos, sino que previamente se debe asegurar estar aplicando todas las tecnologías de procesos correctamente, puesto que estas últimas son de igual o mayor impacto y son gratis.

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar la implantación y producción de dos mezclas forrajeras: *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*; *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Las mismas se sembraron en dos fechas de siembra y sobre dos rastrojos, de modo de obtener información acerca de cómo operan estas variables y sus interacciones. Además se midió enmalezamiento y masa de parte aérea y raíz, para considerar otras variables que afectan la implantación, producción inicial y persistencia de las mezclas.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CONCEPTOS GENERALES DE IMPLANTACIÓN

El establecimiento exitoso de una pastura requiere mayor destreza y cuidado que el necesario para la mayor parte de los otros cultivos agrícolas. El establecimiento de las pasturas sembradas es costoso y, la cosecha es una característica secundaria del sistema de producción, estas pasturas ocupan la tierra durante muchos años. Los errores cometidos durante el primer año afectarán la producción durante un período considerable (Langer, 1981).

El establecimiento o porcentaje de establecimiento o implantación se refiere al número de plántulas que se establecen en una pastura y se expresan como porcentaje del número de semillas viables sembradas (Carámbula, 2002b). En base a esta definición este indicador se ve directamente relacionado con la densidad de siembra necesaria para lograr un determinado número de plantas por unidad de superficie. A medida que aumenta el porcentaje de implantación será necesaria una menor densidad de siembra para obtener una misma población, determinando un menor costo por hectárea (Brito del Pino et al., 2008).

### 2.2. DATOS DE IMPLANTACIÓN EN NUESTRO PAÍS

En suelos de Cristalino en un relevamiento a nivel de chacra Brito del Pino et al. (2008) obtuvieron como implantación general de todas las especies, sembradas en 58 chacras, un valor de 29,3% a los 90 días. Este dato no mostró diferencias sustanciales entre gramíneas y leguminosas.

Por otra parte, Fariña y Saravia (2010), obtuvieron un porcentaje implantación a los 60 días de 45%, lo cual es mayor que el trabajo de Brito del Pino et al. (2008) y similar a la obtenida por Acle y Clement (2004) que tuvieron un 46% a los 50 días post siembra. Este resultado se debió a la diferencia entre las tecnologías y manejos

utilizados por los productores y a nivel experimental, como por ejemplo la interacción existente entre profundidad de siembra y tamaño de semilla (Formoso, 2007a).

En el relevamiento predial realizado por Brito del Pino et al. durante el año 2007, las distintas mezclas mostraron diferencias cuando se les incluye una especie anual. Esta afecta principalmente a las gramíneas perennes cuando se implantaron con *Lolium multiflorum*, pasan de un 32 a un 18% de implantación sin y con raigrás, respectivamente. Sin embargo las distintas mezclas no afectaron a las leguminosas.

No existieron diferencias entre fechas de siembra para ninguna de las dos familia de plantas estudiadas en el trabajo de Brito del Pino et al. (2008). Esto se le puede atribuir a las abundantes lluvias ocurridas en marzo 2007. Sin embargo, como se verá más adelante, la bibliografía reporta que siembras más tempranas tienen más probabilidad de implantarse mejor y se suelen empezar a pastorear antes que las más tardías.

En lo que respecta al impacto del tipo de barbecho Brito del Pino et al. (2008), mostraron que los cultivos agrícolas son los de mejores tendencias como antecesores, ya que ciclos de cultivos anuales permiten preparar una buena cama de siembra haciendo un efectivo control de malezas. Estos rastrojos son moha, soja y sorgo, sobre los cuales la implantación fue del orden de un 33%. Por otro lado, el campo natural es el de menor porcentaje de implantación, 15%. A este último le siguen praderas viejas, raigrás y avena.

Rastrojos de avena y raigrás se asocian a siembras tempranas por la preparación del barbecho del año anterior, las lluvias luego de la siembra sobre estos rastrojos, afectaron notoriamente la implantación. A su vez, una alta presencia en el verano de especies como *Digitaria sanguinalis*, la cual presenta elementos alelopáticos, también afectan la implantación.

Formoso (2007a) expresa que los rastrojos que dan pasturas de mayor producción inicial son los de girasol, soja y moha. En tanto, maíz es intermedio, y Sorgo y Digitaria son los que mostraron peor comportamiento como antecesores de pasturas, sin mostrar diferencias significativas entre ellos.

## 2.3. CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES Y CULTIVARES

### 2.3.1. *Dactylis glomerata*

*Dactylis glomerata* es una gramínea C3, invernada, perenne, cespitosa, con macollos achatados intravaginales, con lígula blanca, sin aurículas, con hojas y vainas glabras, y lámina navicular. La inflorescencia es una panoja con espiguillas en manojos apretados, con semillas cuyo peso varía entre 0,7 y 1,3 g/1000 semillas (García, 1995).

García (1995), Carámbula (2002a) caracterizaron a *Dactylis glomerata* como la gramínea perenne que mejor se adapta a suelos de moderada fertilidad o acidez, así como aquella que tolera un mayor rango de texturas de suelos, siempre y cuando su permeabilidad sea aceptable. A su vez, su floración tardía y carencia de latencia estival alargan su estación de crecimiento, convirtiéndolo en un muy buen competidor para la gramilla (*Cynodon dactylon*). Su buen vigor inicial junto con su tolerancia a la sombra, hacen de *Dactylis glomerata* una gramínea que se comporta muy bien en siembras consociadas.

El manejo del pastoreo debe ser frecuente pero no intenso (frecuencias de 15 a 20 cm e intensidades de 5 a 7 cm) ya que las reservas de la planta se encuentran en bases de macollas y vainas, por lo que su utilización exagerada puede ser perjudicial para la persistencia de las plantas. Además, el hecho de que *Dactylis glomerata* no tenga reposo estival y su sistema radicular sea superficial, provoca que su manejo deba ser muy cuidadoso en el verano, de forma que se promueva una buena producción de raíces y el mantenimiento de áreas foliares adecuadas (Carámbula, 2002a).

El cultivar INIA Perseo se destaca sobre el INIA Oberón por ser de floración más temprana (16 días), lo que hace suponer que hay una mayor chance de que haya agua en el suelo en este momento de alta demanda por parte de la planta que tiene muchas biomasa viva en esa instancia<sup>1</sup>. Por otro lado, Perseo muestra una producción de materia seca más elevada a partir del segundo año, con un mayor aporte estivo otoñal que INIA Oberon y buena sanidad foliar, aspecto muy destacable en materiales de floración temprana que son generalmente los más susceptibles (Ayala et al., 2010).

En el cuadro que sigue se puede apreciar la producción comparativa del primer año de vida de los cultivares Oberon (testigo) y Perseo para siembras de 2008, 2009 y 2010.

Cuadro No. 1. Primer año de vida de los ensayos de *Dactylis glomerata*, sembrados en los años 2008, 2009 y 2010.

Número de cortes en cada año	3	2	2	CONJUNTO
	22008	22009	22010	kgMs/ha
INIA LE OBERÓN (T)	4819	5229	4745	4931
PERSEO	4806	5421	4522	4916

Fuente: INIA (2010)

<sup>1</sup> Silberman, A. 2011. Com.personal.

### 2.3.2. *Festuca arundinacea*

*Festuca arundinacea* es una gramínea C3, invernal, perenne, cespitosa a rizomatosa de rizomas muy cortos, con floración en setiembre octubre y semillas cuyo peso varía entre 1,8 y 2,2 g/1000 semillas.

Es una especie de raíces profundas muy apropiada en suelos pesados, fértiles y húmedos, y se comporta bien ante períodos de déficit hídrico. Es de implantación lenta, dado que sus plántulas son poco vigorosas y como consecuencia son fácilmente dominadas por especies anuales de crecimiento rápido (Cowan, citado por Carámbula, 2002a). Sin embargo, muestra buena persistencia y carece de reposo estival, lo que posibilita que si se implanta correctamente, se obtienen mezclas forrajeras de larga duración y baja incidencia de enmalezamiento estival (García, 2003).

En lo que respecta al manejo del pastoreo, este puede ser intenso y frecuente (de 15 a 18 cm de altura a remanentes de 5 a 7 cm), debido a que las reservas de las plantas se encuentran en raíces y rizomas (Ayala et al., 2010). Sin embargo, períodos muy prolongados de pastoreo intensivo pueden ser desfavorables para el crecimiento de las plantas, especialmente en verano donde pastoreos rasantes reducen su producción posterior y persistencia (Carámbula, 2002a). Es muy importante además, prevenir que la pastura encañe en períodos primaverales, lo que lleva a una pérdida de calidad y rechazo por los animales (García, 2003). En lo que respecta a la disponibilidad de nutrientes, la *Festuca* expresa su potencial productivo ante nitrógeno, ya sea a través de fertilización o leguminosas.

En *Festuca*, el endófito (*Neotyphodium coenophialum*) produce dentro de la planta una serie de alcaloides, dentro de ellos peramina y lolina son benéficos, y confieren a la planta mayor tolerancia a insectos y sequía. Ergovalina y lolitren B son nocivos para los animales y causan de los problemas de toxicidad conocidos como festucosis (Ayala et al., 2010).

INTA Brava es un cultivar de Festuca proveniente de la Palenque plus, la cual era el producto del mejoramiento de Palenque poniendo el énfasis en mejorar las condiciones sanitarias. A su vez, se logró que Brava sea un “pariente refinado” de su antecesor, dado que produce aproximadamente la misma cantidad de forraje, pero con mayor flexibilidad de hoja, lo que le otorga superior calidad (Rimieri, 2009). En lo que respecta a su producción, ésta es muy similar al cultivar Tacuabé (Pereyra y Vilaró, 2009).

Cuadro No. 2. Producción de forraje anual y acumulada de los cultivares en el ensayo de Festuca arundinacea, sembrados en 2008.

	1er. AÑO	2do. AÑO	3er. AÑO	TOTAL 3 AÑOS
	2008	2009	2010	kgMS/ha
ESTANZU ELA TACUABÉ (T)	6037	12255	10135	28322
BRAVA INTA	5953	12399	10219	28478

Fuente: INIA (2010)

### 2.3.3. *Trifolium repens*

*Trifolium repens* es una leguminosa perenne, estolonífera de ciclo invernal, que tiene su mayor producción en primavera. Su fijación biológica de nitrógeno es alta al igual que la del *Trifolium pratense*, pero es importante notar que el *Trifolium repens* transfiere el doble de nitrógeno a las gramíneas que se le asocian en mezclas forrajeras. Por otro lado, es superior en digestibilidad y apetibilidad a las demás leguminosas, incluso que Alfalfa. Su calidad y aporte de nitrógeno, así como su capacidad de

colonizar grandes áreas, aún con pocas plantas, hacen de *Trifolium repens* un componente clave en las mezclas forrajeras de nuestro país (Carámbula, 2002a).

Se adapta a suelos de textura media a pesada, con pH neutro, de alto contenido de materia orgánica y buena capacidad de almacenamiento de agua. Además, tolera condiciones de drenaje deficiente siendo altamente susceptible a la sequía y a las altas temperaturas del verano, las que pueden comprometer su persistencia y lograr que se comporte como anual o bienal (Brito del Pino et al., 2008). Requiere y responde a niveles crecientes de fósforo (Ayala et al., 2004).

Carámbula (2002a) establece que el éxito del *Trifolium repens* para tolerar manejos intensos de pastoreo y mantener altos rendimientos se le puede atribuir a ventajas adaptativas de la planta que son: porte rastrero, meristemas contra el suelo, bajo índice de área foliar, renuevos en el estrato inferior de la planta y hojas maduras en el estrato superior. Si bien se adapta a manejos intensos, su habilidad competitiva decae con manejos severos y exagerados. Bajo regímenes severos de defoliación, se reduce el tamaño de hoja, se afecta el crecimiento de la planta, aumentando la susceptibilidad de la misma a la competencia de las gramíneas, lo mismo ocurre frente a períodos secos (Brougham, citado por Foglino y Fernández, 2009).

Su siembra pura se da solamente en casos de semilleros, ya que en siembras puras produce pasturas desbalanceadas potencialmente riesgosas para el meteorismo, por lo que se prefiere incluirlo en mezclas con gramíneas (Carámbula, 2002a).

El cultivar Zapicán es el material de Trébol Blanco más usado en nuestro país. Es del tipo común, de hoja intermedia, con muchos estolones, floración temprana y abundante. Se recomienda su empleo en suelos de textura media a pesada, fertilidad alta y buenos niveles de fósforo, como ser mejoramientos en bajos. Su estación de crecimiento va desde marzo a diciembre, con un pico en octubre y conserva una muy alta calidad durante todo el período. Se diferencia de los demás materiales por su

producción invernal y floración abundante. Su persistencia a partir del tercer año se reduce generalmente, por lo que asegurar su resiembra surge como una buena opción. Como semillero tiene muy alto potencial de producción, floreciendo desde mediados de setiembre hasta el mes de noviembre (García et al., 1991).

#### 2.3.4. *Lotus corniculatus*

El *Lotus corniculatus* es una leguminosa perenne estival de vida larga, cuya raíz es pivotante y profunda con una corona en la parte superior y muchas raíces secundarias (Healy, citado por Langer, 1981).

Su estación de crecimiento es de primavera a otoño y su potencial para producir forraje en verano es de mucho valor ya que las condiciones ambientales en el verano perjudican el rendimiento de las demás leguminosas, salvo *Medicago sativa*. Si por alguna razón es la única leguminosa presente en la mezcla, *Lotus corniculatus* puede llegar a realizar un gran aporte en invierno (Carámbula, 2002a). En lo que respecta a su adaptación, es sumamente plástico puesto que se desarrolla tanto en suelos arenosos como arcillosos, secos como húmedos, ácidos como alcalinos y hasta con poco fósforo. Sin embargo responde al agregado de fertilizantes fosfatados, aunque en menor grado que *Trifolium repens* o *Medicago sativa* (Langer, 1981).

El manejo del pastoreo en Lotus hace que sea la más sensible, en términos productivos, a la variación de frecuencia de defoliación impuesta de las leguminosas más usadas en el país (*Trifolium repens*, *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus*) (Formoso, 1993). Según Carámbula (2002<sup>a</sup>) el Lotus se suele beneficiar con pastoreos controlados que le permitan alcanzar alturas de 20 a 25 cm. antes de ser defoliado o, en caso de pastorear de forma continua, se deberá dejar rastrojos de no menos de 7,5 cm.

En el caso del pastoreo de *Lotus corniculatus* las hojas más jóvenes están en la parte superior del canopeo y son más susceptibles a ser removidas por el diente del animal, determinando en la mayoría de los casos que el área foliar remanente luego del

pastoreo sea nula o de baja capacidad fotosintética, siendo por lo tanto el rebrote en gran parte dependiente de las reservas acumuladas previamente. De modo que manejos muy frecuentes (10 a 12 cm) y muy intensos (3 cm) determinan una baja producción y longevidad de las plantas, siendo el manejo realizado en el verano, el determinante en disminuir la persistencia de las plantas (Zanoniani y Ducamp, 2004).

La persistencia de *Lotus corniculatus* se suele ver afectada principalmente por enfermedades de hongos en raíz y corona, existiendo cultivares más resistentes que otros (Altier, 1996).

El cultivar San Gabriel es el material de *Lotus corniculatus* de uso más extendido en el Uruguay. Éste se caracteriza por producir forraje todo el año, con un descenso en el invierno producto de las bajas temperaturas (Formoso, 1993).

#### 2.3.5. *Medicago sativa*

*Medicago sativa* es una leguminosa perenne estival, erecta a partir de corona. En relación al crecimiento de sus raíces, requiere un suelo bien drenado y condiciones no demasiado ácidas para una producción y persistencia óptimas. Un subsuelo arcilloso o una capa ácida impiden el desarrollo de un sistema radicular profundo, bajo estas condiciones las raíces tienden a crecer hacia los costados, lo que ocasiona una falta de vigor, menor producción, ingreso de malezas y falta de resistencia a sequías (Langer, 1981).

Según Rebuffo (2001) para lograr una buena implantación y producción se debe prestar especial atención a la calidad del suelo en que se desea implantar Alfalfa. En lo que respecta al pH del suelo *Medicago sativa* requiere suelos neutros, óptimo entre 6,0 y 6,5 y críticos 5,5 y 7,5. Por otro lado tiene altos requerimientos de fósforo, siendo su nivel crítico 18 a 20 ppm (Resinas), y a su vez, responde entre 50 y 70 kg de MS/kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dependiendo de la cantidad utilizada, el nivel de nutriente en el suelo y el estado y edad de la pastura (Morón, 2000).

Su pico de producción se da en la primavera, cuando la temperatura y el agua favorecen su buen crecimiento. En verano su comportamiento es más variable y va a depender de la capacidad de almacenar agua de cada suelo. Por su parte, en otoño su producción es relativamente baja y su manejo debe tender a ser cauteloso de modo de promover su sobrevivencia y productividad (Carámbula, 2002a).

El manejo de la defoliación debe ser a través de pastoreos rotativos, cuyos períodos de descanso favorezcan la acumulación eficiente de reservas. Después de un pastoreo el nivel de reservas de la raíz disminuye hasta un valor mínimo, que es cuando la planta alcanza un rebrote de 15 a 20 cm de altura. En esta fase nunca debería pastorearse, ya que de hacerlo debilitaría drásticamente el alfalfar (Formoso, 2000). Surge entonces como de mayor importancia el respeto de los períodos de descanso que el de los de pastoreo, porque la planta brota a partir de sus reservas. Es por ello que en caso de sembrar esta forrajera se debe asegurar que su manejo será controlado, puesto que de no ser así, no valdría la pena sembrarla (Carámbula, 2002a). Su máxima producción se alcanza cuando se observan rebrotes basales de dos cm. o 10% de floración (García et al., 1991).

Es importante tener en cuenta que la alfalfa no admite siembras sobre cultivos anteriores de la misma especie, debido a la fuerte alelopatía, inhibiéndose la germinación y el crecimiento de las plantas (Rebuffo, 2001).

Chaná es un cultivar de poca latencia invernal, porte erecto y tallos largos. Su fecha de floración es intermedia. Se seleccionó por su persistencia y está especialmente indicada para producción de heno y siembras de otoño y fin de invierno, además de las características ya señaladas para la especie. Presenta muy buena productividad, alta capacidad de recuperación y buen desempeño frente a enfermedades foliares. Su vida productiva es de cuatro años (García et al., 1991).

## 2.4. ÉPOCA DE SIEMBRA E IMPLANTACIÓN DE PASTURAS

La fecha de siembra es el factor de mayor importancia para lograr una buena producción y utilización del forraje. Su relevancia se basa en la dependencia de las plantas forrajeras a los factores climáticos, que son temperatura, intensidad de luz y balance hídrico, y a su variación según la época del año (Zanoniani y Noell, 1997). Steppler (1965) expresa que el objetivo primario en implantación de pasturas es alcanzar un estado de desarrollo en las nuevas plantas tal que les permita sobrevivir períodos de estrés ambiental tempranos, esto se logra con una correcta fecha de siembra.

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

### 2.4.1. Humedad

Dentro de la humedad, el factor físico ambiental que más afecta la implantación de las pasturas es la cantidad y distribución de las lluvias registradas inmediatamente después de las siembras, en conjunto con la temperatura que debe ser templada. En caso de haber poca humedad se impide la germinación y se da un microambiente que provoca fallas graves en el proceso de nodulación por causa de la muerte de rizobios. Por otro lado, excesos hídricos producen la muerte de semillas por falta de oxígeno (Carámbula, 2002b).

Según Formoso (2007b) la semilla necesita agua, la cual puede absorber de forma líquida o vapor. Lo más importante es que este suministro sea continuo, para ello, es necesario que el suelo cuente con disponibilidad de agua adecuada. A su vez, es imprescindible lograr un buen contacto semilla- suelo, y la semilla debe estar colocado

próxima al denominado frente de humedad, lo cual se puede regular con la profundidad de siembra.

#### 2.4.2. Temperatura

Las temperaturas del suelo y del aire afectan el comportamiento de las semillas según la época de siembra. Estas temperaturas disminuyen de enero a junio en nuestras latitudes, por lo que a fines de verano (marzo) la temperatura máxima media puede ser muy alta y en mayo la mínima es muy baja (Carámbula, 2002b).

Las siembras otoñales deberían finalizarse antes del comienzo de las heladas invernales de modo de obtener un buen establecimiento y crecimiento (Langer, 1981). Un retraso en la época de siembra determina menores crecimientos dados por las bajas temperaturas que se dan en invierno, por lo que el tiempo para lograr una adecuada producción inicial es mayor y se retrasa la entrada de los animales a la pastura (Zanoniani y Noell, 1997).

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

#### 2.4.3. Fechas de siembra

##### 2.4.3.1. Siembras de primavera

Siembras tempranas de primavera pueden ocasionar daños por frío (heladas), así como sembrar tarde en la primavera puede resultar negativo por riesgo de que haya déficit hídrico, lo que puede ocasionar muerte de plantas (Langer 1971, Askin 1990, Ball et al. 1991). Sin embargo las siembras de primavera pueden dar buenos resultados, aún cuando habrá mayor cantidad de malezas y más competencia por luz, agua y nutrientes. No obstante, al existir buenas condiciones de temperatura la parte aérea puede desarrollarse sin que las raíces logren suficiente volumen para exploración. En estas

condiciones ante una sequía estival, las plantas tendrán alto riesgo de morir (Romero, 2001).

#### 2.4.3.2. Siembras de otoño

El otoño es la época más favorable para la implantación de especies templadas. La época de siembra tiene importancia en determinar la relación entre parte aérea y raíz: siembras tempranas favorecen un mejor desarrollo de la raíz y con ello las posibilidades de supervivencia en el verano (Biscayart Forrajeras, 2011).

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

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

Desde el punto de vista de un sistema, la fecha de siembra influye directamente en la producción en el momento de máximo déficit de forraje: invierno. De modo que siembras tardías entregarán forraje en la primavera, mientras que siembras tempranas permiten pastoreos de fin de otoño o invierno. A su vez, las superficies que aún no

permiten ser utilizadas por haberse sembrado tardíamente provocan una recarga del resto del área, determinando sobrepastoreo y disminuyendo su producción y persistencia. Esta baja duración de las pasturas causa un acortamiento en las rotaciones, mayor intensidad en el uso del suelo, mayor riesgo de degradación del mismo y disminución en la productividad del sistema (Zanoniani et al. 2003, Zanoniani 2010).

## 2.5. RASTROJOS E IMPLANTACIÓN DE PASTURAS

El cultivo precedente juega un papel importante en el rendimiento del cultivo siguiente. Su influencia se produce a través de un complejo de factores y varía para cada cultivo, tanto precedente como sucesor. Por consiguiente es posible pensar en soluciones que corrijan los efectos no deseados, basados en el planteamiento de rotaciones y en el manejo de los residuos de cosecha (Triñanes y Uriarte, 1984).

Según Morón (2001) un manejo adecuado de los rastrojos implica conocer los distintos efectos que éstos producen en el suelo, así como la o las principales limitantes en el sistema agrícola en consideración. Es así que no existe un único manejo que sea adecuado, sino que el mismo va a depender de los problemas de enfermedades, riesgo de erosión y déficit de agua en el ciclo. Los rastrojos afectan propiedades y procesos físicos (agua, temperatura y erosión), biológicos (cantidad y composición de la biomasa microbiana, mineralización e inmovilización de nutrientes) y químicos (carbono, nitrógeno, materia orgánica y pH).

El período entre la muerte de un cultivo y la siembra del siguiente se conoce como barbecho. Al aplicar un herbicida total para controlar el tapiz, se genera un “tiempo de barbecho químico” durante el cual ocurre la descomposición de los restos vegetales aéreos y raíces, acumulación de nutrientes (nitrógeno) y agua y se logra la descompactación superficial del suelo (Ernst y Siri-Prieto, 2008).

Con la utilización de la siembra directa, los efectos del rastrojo sobre el ambiente adquieren mayor relevancia en el impacto que tienen en el sistema, tanto en el corto

como largo plazo (Améndola y Armentano, 2003). Las condiciones de descomposición en superficie son más adversas para microorganismos que cuando el rastrojo es enterrado (Morón, 2001). Los tiempos de barbecho oscilan entre 45 y 120 días y dependen del tipo de suelo, tipo de chacra, condiciones ambientales y cantidad y calidad de rastrojo (Ernst, citado por Améndola y Armentano, 2003). Se debe comprender que los dos objetivos para alcanzar una siembra directa exitosa son: una buena cobertura (rastrosos y rechazos) para mantener la humedad del suelo disminuyendo la evaporación y prevenir la erosión; el otro consiste en mejorar la fertilidad del suelo a través de la descomposición de los residuos. Este último se logra con un buen manejo del período de barbecho (Carámbula 2002b, Hall y Vough 2007).

La relación C:N es uno de los parámetros utilizados para caracterizar la calidad de los rastrosos. La tasa de descomposición está afectada por la cantidad de sustancias solubles en agua, sustancias lixiviables, contenido de nitrógeno y polifenoles de restos frescos, siendo esta mayor cuando la relación C:N del material es más baja (Brito del Pino et al., 2008). La mineralización de la materia orgánica, con su consecuente liberación de nitrógeno, es particularmente importante en suelos de baja fertilidad con una relación C:N elevada (Langer, 1981).

Los rastrosos en superficie tienden a favorecer relativamente el desarrollo de hongos frente a las bacterias, estos microorganismos tienen mayor relación C:N en sus tejidos, de modo que inmovilizarían menos nitrógeno del ambiente. Pero son más eficientes en la conversión del carbono del sustrato a sus tejidos, determinando mayores niveles de inmovilización de N (Morón, 2001).

Los rastrosos afectan también la estructura del suelo, independientemente de la influencia de las distintas técnicas culturales utilizadas para la obtención de un cultivo. La estructura condiciona el crecimiento de plantas, ya que de ella depende la relación agua-aire-suelo. Por otra parte ella determina el ambiente propicio para un buen

desarrollo radicular, lo cual está muy relacionado con los diferentes sistemas radiculares de los antecesores (Triñanes y Uriarte, 1984).

Otro efecto que el antecesor puede causar en el cultivo siguiente es alelopatía. La misma puede ser definida como una interacción química entre las plantas y/o microorganismos, por medio de la liberación de compuestos químicos, biológicos y activos en el ambiente, esto abarca efectos tanto perjudiciales como benéficos. Bajo ciertas condiciones, plántulas de cultivos y pasturas que germinan muy próximas a materiales de plantas en descomposición, pueden ser inhibidas por sustancias fitotóxicas. Las raíces son particularmente sensibles a estas toxinas y frecuentemente se observan malformaciones, acortamientos, engrosamientos, necrosis y pérdida de desarrollo de pelos radiculares (Inderjit et al., Patrick, Mcfarlane et al., citados por Améndola y Armentano, 2003).

Las plantas liberan sustancias químicas como exudados radiculares y al morir se descomponen por la descomposición de los residuos vegetales. Estos materiales con diversa naturaleza química son descompuestos por la acción de agentes bióticos y abióticos. Bajo ciertas condiciones estas sustancias pueden volverse tóxicas para las plantas de la misma o de distintas especies. Sin embargo la alelopatía sigue siendo un tema donde hay muchas preguntas sin respuestas, o si las hay, son controversiales. Entre ellos hay problemas de acumulación, estabilidad, persistencia y concentración de estos compuestos en el suelo. A su vez existen dudas acerca de formación de estos compuestos en condiciones de campo, y si su acumulación se da en suficiente cantidad como para producir efectos alelopáticos (Patrick, 1971).

La alelopatía está fuertemente ligada a otros estreses del ambiente, incluyendo insectos y enfermedades, temperaturas extremas, nutrientes, humedad, radiación y herbicidas. Estas condiciones estresantes incrementan el potencial para que ocurran interferencias alelopáticas, de modo que las plantas son más sensibles cuando las condiciones son menos que óptimas (Einhellig, 1996).

### 2.5.1. Características de los rastrojos de Digitaria y Sorgo

Según Formoso (2007a) los rastrojos de *Digitaria* compactos y de alta densidad de forraje determinaron para gramíneas anuales invernales (avena, trigo y raigrás) rendimientos similares a los rastrojos de sorgo, siendo estos dos antecesores los que presentaron los peores rendimientos en relación a los rastrojos de girasol, soja, maíz, moha y raigrás. La implantación de leguminosas y gramíneas sobre rastrojos infestados de pasto blanco puede determinar disminuciones productivas más importantes que las originadas por los rastrojos de sorgo.

#### 2.5.1.1. Rastrojo de *Digitaria sanguinalis*

Las leguminosas (*Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Trifolium alexandrinum*) consistentemente deprimieron significativamente los rendimientos de forraje sobre *Digitaria sanguinalis* con relación al rastrojo de sorgo. En estos experimentos, la población lograda en cada especie fue excelente, por tanto, el stand de plantas no limitó el rendimiento de materia seca. A su vez, para leguminosas sobre rastrojos de moha, maíz, girasol y soja se obtienen rendimientos similares a los alcanzables sobre sorgo. *Medicago sativa*, sin embargo, se comportó distinto que el resto de las leguminosas puesto que sus rendimientos sobre *Digitaria* fueron similares a los registrados sobre sorgo (Formoso, 2007a).

Sobre rastrojos de *Digitaria sanguinalis*, *Festuca arundinacea* llega a producir más que sobre sorgo, mientras que *Dactylis glomerata* no muestra comportamientos diferenciales frente a los dos rastrojos (Formoso, 2007a).

Se establece que *Digitaria sanguinalis* produce sustancias que resultan inhibitoras de sus propias plantas y para otras especies que la rodean. Las especies utilizadas en experimentos de Formoso (2007a) vieron su crecimiento retardado por

inhibidores de crecimiento liberados como exudados radiculares por *Digitaria sanguinalis*. Estos inhibidores son ácido clorogénico, ácido isoclorogénico y ácido sulfosalicílico (Parenti y Rice, 1969).

Éste hecho resalta la importancia del control de pasto blanco en cultivos de verano, no solo por la interferencia directa sobre el cultivo de verano, sino, por el perjuicio productivo que origina sobre las leguminosas forrajeras sembradas posteriormente (Formoso, 2007a).

#### 2.5.1.2. Rastrojo de sorgo

Los rastrojos de girasol y soja en general están muy bien calificados por los productores, en contraposición al mal concepto que tienen los rastrojos de sorgo, sin embargo con leguminosas, en promedio, las performances productivas fueron similares, siendo la alfalfa la más sensible. Esta percepción muy positiva de girasol y soja como mejores antecesores que sorgo se fundamenta principalmente en las mayores facilidades de siembra, especialmente por menores frecuencias de atascamiento con rastrojo en los trenes de siembra (Formoso, 2007a).

Después del sorgo la tierra queda más “terronuda” en comparación con otros cultivos de verano. Ello se debe principalmente a que el sorgo permanece verde, mientras que otros cultivos de verano se secan antes. Por este motivo, las raíces no sólo no se descomponen, sino que continúan extrayendo agua y nutrientes. Antecedentes experimentales del CIAAB indican que si se laborea dos o más meses antes de la siembra siguiente, no es probable que se presenten mayores dificultades (Triñanes y Uriarte, 1984).

El sorgo deja un volumen importante de rastrojo, con alta relación carbono/nitrógeno, lo que lo hace un rastrojo complicado de lenta descomposición. Se afirma, además, que la depresión que el sorgo produce en los cultivos como cultivo precedente, más que a su extracción excesiva de elementos esenciales o a sustancias

tóxicas originadas en la descomposición de sus residuos, se debe a la competencia por los elementos esenciales que se da entre el cultivo siguiente y los microorganismos del suelo, los cuales se ven favorecidos por el elevado contenido de hidratos de carbono del suelo, pero son deficitarios de nitrógeno. La nutrición de los microorganismos a partir del N del rastrojo se denomina inmovilización. El nitrógeno en su forma asimilable se considera el nutriente que primero escasea y el agregado de N o el uso de leguminosas luego del sorgo corregirían un poco sus malos efectos (Triñanes y Uriarte 1984, Albanell y Lage 2003).

Las condiciones en las que queda un rastrojo de sorgo pueden variar en altura (rastrojo alto o bajo), cualquiera de las dos presentaciones de la chacra tienen sus pros y contras a la hora de implantar pasturas. Trabajos de Formoso (2007a) indica que residuos altos son problemáticos desde el punto de vista de flujos de radiación, enfermedades del complejo *dumping off* (en condiciones de humedad excesiva), mayor efecto alelopático y en caso de engramillamiento el rastrojo intercepta más herbicida por lo que el control de la maleza es pobre. Por su parte, rastrojos bajos no retienen humedad en condiciones deficitarias, no pueden actuar como cultivo protector frente a condiciones climáticas adversas, como ser fuertes lluvias que causan encostramiento perjudicando la llegada de agua a las plántulas. Del balance de estos efectos negativos resulta que la mayoría de las especies comparadas presentó rendimientos tendencialmente mayores o significativamente superiores sobre el rastrojo alto en siembra directa.

En general comparando laboreo contra siembra directa las producciones al primer año no difieren. Los factores que sí lo hacen variar son: encostramiento del suelo o infestación por gramilla. El encostramiento del suelo pone a la siembra directa ampliamente por encima del laboreo en este aspecto. En tanto, el mejor control de gramilla se realiza bajo condiciones de siembra directa (paquete tecnológico que incluye herbicidas) y rastrojos bajos como ya fuera dicho (Formoso, 2007a).

Estudios realizados para estudiar la influencia alelopática de varias gramíneas en alfalfa encontraron que Sorgo era la que más reducía el tamaño de las plántulas, y que este escaso crecimiento se debía al efecto inhibitorio de compuestos aleloquímicos presentes en los residuos de la gramínea (Chung y Miller, 1995).

Según Guenzi et al. (1967) se requieren entre 154 y 196 días de descomposición antes de que la porción soluble en agua de los residuos sea relativamente no tóxica. Además existe diferencia entre especies y cultivares en resistencia a estas sustancias fitotóxicas.

## 2.6. MEZCLAS FORRAJERAS E IMPLANTACIÓN DE PASTURAS

Pasturas monoespecíficas de gramíneas o leguminosas son más fáciles de manejar que mezclas, ya sea para hacer reservas, como para pastorear. Además, por ejemplo, el control de malezas es más simple de modo que existen más herbicidas para pasturas puras que para mezclas de leguminosas y gramíneas. En tanto, conocer el momento justo de cosecha del forraje puede ser difícil en mezclas en las que el estado de madurez óptimo para pastorearlas o cortarlas sea distinto (Hall y Vough, 2007).

Cuando se consideran cultivos puros de leguminosas el factor limitante es el rendimiento en materia seca, sin embargo algunas leguminosas como Alfalfa y Trébol Rojo pueden producir en siembras puras rendimientos similares a los que se obtienen en pasturas mixtas y de alto valor nutritivo. La desventaja de esto es que, si bien las leguminosas pueden aportar mucha materia seca y de alta calidad, estas deben manejarse con niveles tan altos de fertilidad que el proceso de nodulación se ve afectado o desperdiciado (Carámbula, 1977).

Carámbula (1985) afirma que a la hora de formular mezclas se debe tener en cuenta que se sacará provecho de la misma incluyendo al menos una gramínea y una leguminosa, y que las mismas sean de características de manejo similares. A su vez, Hall y Vough (2007) recomiendan no incluir más de 4 especies por mezcla y asegurarse que

tengan similar comportamiento de crecimiento. Es importante, además, que no se incluyan especies de alto crecimiento que puedan desplazar a las perennes.

La elaboración de mezclas forrajeras debe adaptarse a los distintos propósitos de cada sistema de producción. Es así que, por ejemplo, se debe elegir la gramínea que mejor se adapte a un tipo de pastoreo, un régimen hídrico, competencia frente a malezas, ensilajes, ó, henificación (Langer, 1981).

Normalmente una pastura mixta produce menos forraje que una gramínea en cultivo puro con alta disponibilidad de nitrógeno. Sin embargo, se debe recordar que si bien el rendimiento en materia seca es muy importante, el objetivo final es el producto animal. Ha sido demostrado en infinidad de oportunidades que la relación entre materia seca y producto animal no necesariamente es directa. Utilización de gramíneas solas con alta dosis de N puede ocasionar problemas de apetecibilidad y consumo, limitando así el valor nutritivo de la pastura (Carámbula, 1977).

Las mezclas forrajeras compensan variaciones climáticas, edáficas y de manejo al contar con distintas especies con diferentes características adaptativas. Además, mezclas de gramíneas con leguminosas generalmente tienen mayores tenores de proteína y digestibilidad que gramíneas solas (Carámbula 1985, Hall y Vough 2007).

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

En adición, mezclas de gramíneas y leguminosas perennes compiten mejor con malezas, y un 40% o más de gramíneas se reduce considerablemente el riesgo de

meteorismo de las leguminosas y de intoxicación por nitratos o tetania (Hall y Vough, 2007).

La adición de leguminosas a gramíneas incrementa la calidad del forraje y reemplaza la cantidad de fertilización nitrogenada necesaria (Breazu et al., 2006). Ha sido muchas veces demostrado que para producción de forraje las leguminosas no pueden competir con altos niveles de nitrógeno; también es cierto que es completamente antieconómico el uso de fertilizantes nitrogenados en dosis tales que produzcan aumentos similares en materia seca, a aquellos alcanzables a través de las siembras asociadas con leguminosas (Carámbula, 1977).

En contraposición, Langer (1981) considera que en gran parte de Nueva Zelanda el clima parece particularmente favorable para el crecimiento y fijación de nitrógeno de los tréboles. Es así que existen ensayos donde no hay respuesta a la fertilización nitrogenada en praderas de gramínea trébol. Sin embargo, en el período invernal puede haber limitantes del suministro de nitrógeno que limiten el crecimiento. Durante este período en el cual las temperaturas son demasiado bajas como para permitir la fijación biológica de nitrógeno, pero suficientemente altas para un cierto crecimiento de las gramíneas, es que el nitrógeno artificial puede jugar un papel importante en los sistemas pastoriles.

#### 2.6.1. Mezclas de la tesis

Festuca y Trébol Blanco son excelentes especies para combinar en mezclas. Sin embargo, la inclusión de leguminosas estivales, como Lotus, extienden el período de pastoreo hacia las estaciones calurosas y secas frente a pasturas de gramíneas templadas solas, alargando el período productivo de la pastura (Hall y Vough, 2007).

Estudios realizados por Zuo et al. (2010) muestran que la mezcla de Dactylis con Alfalfa produce más forraje que la siembra de cada uno como monocultivo. Además aumenta la utilización de la pastura, enriquece la estructura de la comunidad y aumenta

los beneficios económicos y ecológicos. A su vez, a la larga la Alfalfa termina dominando el Dactylis, generando una pastura desbalanceada. No obstante, Alfalfa le aporta más materia seca radicular y nitrógeno en comparación de la siembra de Dactylis como monocultivo (Jankowska et al., 2007).

Cuando alfalfa aparece asociada a gramíneas perennes en pasturas mezclas se mejora la estructura de los suelos. Esto se debe a que las raíces en cabellera de la gramíneas se ven favorecidas en su desarrollo por el nitrógeno aportado por la leguminosa, se produce un fuerte anclaje de las partículas del suelo fijándolas y se evita su disgregación reduciendo el riesgo potencial de erosión (Viglizzo, 1995).

En cuanto a la composición botánica de las mezclas y su variación, se encontró que durante la primavera, la alfalfa aporta un 50% de la producción total, con un pico de 60-70% en los meses de verano, mientras que estos porcentajes caen al 20-30% durante el invierno. Como contrapartida, el aporte relativo de la gramínea es inverso. A pesar de presentar un pico de producción en primavera, su contribución a la producción total no supera el 20% debido al incremento en la tasa de crecimiento de la alfalfa a partir de octubre. En los meses de invierno las gramíneas aportan entre un 50 y 60% del forraje total, al registrarse las menores tasas decrecimiento de alfalfa por su entrada en latencia (Otondo et al., 2009).

#### 2.6.2. Tipo de mezcla y época de siembra

Según Carámbula (2002b) las leguminosas requieren niveles de humedad menor que las gramíneas para germinar debido a características de sus semillas que absorben más agua y germinan más rápido. Por ende, las leguminosas se adaptan a germinaciones en ambientes con niveles restringidos de humedad. Si bien absorben rápidamente agua, también la pierden con velocidad, lo cual es una desventaja.

Es factible la aparición de períodos y épocas impredecibles con carencias más o menos acentuadas de humedad, las que pueden ser sobrellevadas por las plántulas

siempre que ellas hayan desarrollado durante su crecimiento activo sistemas radiculares amplios y profundos, y que permanezcan con áreas foliares adecuadas luego de cada pastoreo. Para lograr esto se debe elegir una buena época de siembra para promover un rápido crecimiento radicular y que la implantación sea exitosa, lo cual se logra sembrando en rangos de temperatura y humedad adecuados para el crecimiento veloz de raíces (Carámbula y Terra, 2000).

Cada especie tiene su temperatura óptima, pero existe una “ventana” en la cual se desarrolla correctamente. A su vez, los factores principales en determinar el crecimiento inicial, humedad y temperatura, no actúan aisladamente, sino que es una interacción que va a afectar cada especie de manera diferente (Blaser et al., 1956).

Siembras tempranas de otoño permiten una respuesta importante de la parte aérea a temperaturas moderadas, y una respuesta progresiva de la parte subterránea a temperaturas que decrecen. Es así, que variar fechas de siembra implica modificar las relaciones entre raíz y parte aérea, de modo que siembras tempranas permitirán a las plantas resistir déficits hídricos, dando mayor persistencia a las pasturas. *Dactylis* tiene mayores requerimientos de humedad que *Festuca*, y ésta aún más que *Raigrás* anual. En lo que respecta a las temperaturas, las gramíneas perennes se ven afectadas por los límites inferiores (Carámbula, 2002b).

Los tréboles son de lento establecimiento y son castigados por el frío con siembra tardías (Langer, 1981). Steppler (1965) establece que *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens* deben alcanzar 5 hojas verdaderas antes del comienzo del invierno si se espera una buena sobrevivencia.

Los tréboles requieren mayores niveles de humedad que Alfalfa y Lotus. A su vez, estas dos leguminosas estivales perennes necesitan temperaturas más altas para germinar que los tréboles. Las gramíneas perennes, alfalfa y lotus sufren por bajas temperaturas, mientras que los tréboles germinan a menores temperaturas que las demás.

Sin embargo el frío afecta la fijación inicial de nitrógeno. A su vez, mientras más temprano se siembra, en condiciones de altas temperaturas y baja humedad, se ven favorecidas las leguminosas estivales, y a medida que entra el otoño, el frío favorece a las especies invernales (*Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata* y *Trifolium repens*). Esto no significa que esta última sea la época recomendable para sembrar dicha gramínea, ya que en pleno invierno el exceso de humedad y las bajas temperaturas resultan inconvenientes muy serios para la germinación y el desarrollo de las plántulas de todas las especies forrajeras (Carámbula, 2002b).

### 2.6.3. Tipo de mezcla y rastrojos

Formoso (2007a) establece que *Festuca* es una especie sensible a crecer sobre rastrojos de sorgo, registrando en varias situaciones pérdidas de 1000 kg MS/ha comparativamente con siembras sobre rastrojos de girasol, soja, maíz o moha.

Los rastrojos de Sorgo y *Digitaria* no tienen efecto sobre la nodulación de leguminosas. La *Digitaria* es un antecesor que da lugar a rendimientos iguales o menores que Sorgo en Trébol Blanco y Lotus, en experimentos donde el stand de plantas no era limitante (Formoso, 2007a).

*Dactylis* es una gramínea muy plástica presentando en la mayoría de las situaciones una tendencia de rendimientos sobre *Digitaria* similares a los obtenidos sobre rastrojo de Sorgo. De todos modos sus peores rendimientos se dan sobre rastrojo de *Digitaria* y Sorgo. En el caso de la Alfalfa, no hay diferencias entre rastrojos de sorgo y *digitaria* (Formoso, 2007a).

En lo que respecta a *Medicago sativa*, es una especie muy sensible a las alelopatías como ya se explicara. Tal es esa susceptibilidad, que el peso seco de sus cotiledones, sus hipocótilos y radículas se reducen significativamente por efecto de varias gramíneas, y *Dactylis glomerata* resulta más inhibitoria que la mayoría de las gramíneas testeadas en experimentos realizados por Chung y Miller (1995).

## 2.7. MALEZAS

El concepto manejo de malezas resume todas las prácticas preventivas, culturales, biológicas y químicas, que puestas en conjunto en sistemas de rotaciones planificados en el largo plazo, hacen al control integrado de las comunidades florísticas, minimizando su interferencia en los sistemas de producción (Ríos, 2007).

Hay muchas razones para controlar malezas en cultivos forrajeros. Usualmente reducen la calidad y cantidad de la pastura, además de competir con plantas deseables por humedad, nutrientes, luz y espacio. Por otro lado, algunas malezas son tóxicas o perjudiciales para los animales (Ball et al., 1991).

Sin embargo las malezas no siempre son perjudiciales, pueden tener alto valor nutritivo, y controlar la erosión (Ball et al., 1991). Por su parte, la presencia de plántulas de malezas en la fase de establecimiento de las pasturas, se puede asimilar al efecto de un cultivo protector, protegiendo a las leguminosas de factores ambientales adversos como temperaturas bajas y precipitaciones que dependiendo de su intensidad pueden compactar el suelo, limitando las tasas de emergencia y crecimiento de las forrajeras (Ríos, 2007).

En las pasturas jóvenes, las malezas, a menudo, constituyen un problema. Existen diversos herbicidas para su control, pero en la mayoría de los casos el tratamiento “pezuña y diente” utilizando altas dotaciones durante períodos cortos de tiempo, aún es el más eficaz y menos costoso (Langer, 1981).

Comparando laboreo contra siembra directa, esta última presenta infestaciones de malezas sustancialmente menores. Dentro de una misma forma de siembra, sea siembra directa o laboreo convencional, cuanto mayor es la capacidad de crecimiento inicial de las especies forrajeras a implantar, menor será la infestación de malezas (Formoso, 2007a).

La improvisación es el peor enemigo para un manejo eficiente de malezas, minimizar su incidencia exige planificación en el largo plazo (Ríos, 2007). El establecimiento de especies perennes de semilla pequeña es dificultoso por ser estas plantas de bajo vigor inicial y malas competidoras con las malezas. Es muy importante preparar la cama de siembra y comenzar con una chacra limpia. A su vez, es crucial sembrar en fecha de modo que las condiciones de competencia del cultivo forrajero sean las óptimas (Miller y Stritzke, 1995).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general del presente trabajo es evaluar el efecto de la fecha de siembra y tipo de rastrojo en la implantación de dos mezclas forrajeras. Una de ellas compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, y la otra por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos radican en evaluar diferencias en implantación de las especies sembradas en las distintas mezclas, tomando como variables para cada mezcla, sobre cada rastrojo y a cada fecha de siembra:

- porcentaje de implantación de cada especie
- porcentaje de enmalezamiento en cobertura
- grado de desarrollo en las leguminosas.
- la relación parte aérea/ raíz de las especies
- producción inicial de las mezclas

#### 3.3. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

##### 3.3.1. Lugar y período experimental

El presente trabajo se realizó en el potrero No. 32 de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay); durante el período comprendido entre el 17 de mayo de 2011 y el 29 de septiembre de 2011, sobre una pradera de primer año compuesta por dos mezclas forrajeras, sobre dos rastrojos diferentes y sembrando en dos momentos distintos.

### 3.3.2. Descripción del sitio experimental

El experimento se llevó a cabo en el potrero N° 32, a 32°23'27.71" de latitud Sur y 58°03'41.76" de longitud Oeste. Según la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000, el área experimental se encuentra sobre la Unidad San Manuel, correspondiente a la formación Fray Bentos, la cual se caracteriza por presentar como suelos dominantes Brunosoles Éútricos típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosa. En asociación con estos se encuentran Brunosoles Éútricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz solodizados melánicos de textura franca. Según la nueva clasificación de Suelos Soils Anatomy, los mismos pueden caracterizarse como Argiduales típicos, encontrándose Natrudales como suelos asociados.

Uruguay se encuentra en una región que presenta un clima templado a subtropical, con un promedio anual de 1170 mm, estando distribuidos un 30% en verano, 28% en otoño, 18% en invierno y 24% en primavera.

Las temperaturas medias anuales varían entre 16°C en el Sureste a 19°C en el Norte. Durante enero, el mes más cálido, las temperaturas varían entre 22°C y 27°C, mientras que en el mes de julio, el más frío, la variación es de 11°C a 14°C, respectivamente en cada región (Berreta, 2001).

### 3.3.3. Antecedentes del área experimental

La pradera fue sembrada sobre un rastrojo de Sorgo híbrido (sorgo forrajero) y uno de *Digitaria sanguinalis* (digitaria), ambos con infestaciones de *Cynodon dactylon* y *Sorghum halepense*. El sorgo provenía de un verano seco, en el cual se implantó mal, por lo que el efecto de este rastrojo pasa a ser relativo. A estos antecesores se les aplicó

glifosato el 25 de abril dando así comienzo al barbecho químico; se contó con un segundo glifosato en todos los ensayos el 15 de mayo.

La primera siembra se realizó el 17 de mayo, con 22 días de barbecho, sembrándose ambas mezclas sobre ambos rastrojos. Los datos de dicha siembra se incluyen en el cuadro que sigue.

Cuadro No. 3. Datos de la primera fecha de siembra

especie	kg sembrados/ha	g sembrados/m <sup>2</sup>	PMS	germinación	n° viables/m <sup>2</sup>	viables/m <sup>2</sup> mezcla
<i>Festuca arundinacea</i>	13,40	1,34	2,17	86,00	531,88	
<i>Trifolium repens</i>	2,40	0,24	0,50	88,67	425,60	
<i>Lotus corniculatus</i>	5,60	0,56	1,17	59,33	284,80	1242,28
<i>Dactylis glomerata</i>	11,30	1,13	0,67	72,00	1220,40	
<i>Medicago sativa</i>	11,96	1,20	2,00	90,67	542,19	1762,59

Por su parte la segunda siembra se realizó el 14 de junio, con 50 días de barbecho, sembrándose ambas mezclas sobre ambos rastrojos. El cuadro No. 4 muestra los datos de dicha fecha de siembra.

Cuadro No. 4. Datos de la segunda fecha de siembra

especie	kg sembrados/ha	g sembrados/m <sup>2</sup>	PMS	germinación	n° viables/m <sup>2</sup>	viables/m <sup>2</sup> mezcla
<i>Festuca arundinacea</i>	16,10	1,61	2,17	86,00	639,05	
<i>Trifolium repens</i>	2,53	0,25	0,50	88,67	448,65	
<i>Lotus corniculatus</i>	5,89	0,59	1,17	59,33	299,55	1387,25
<i>Dactylis glomerata</i>	11,84	1,18	0,67	72,00	1278,72	
<i>Medicago sativa</i>	14,00	1,40	2,00	90,67	634,67	1913,39

La siembra se realizó con una sembradora Semeato modelo SHM de 11 surcos a 19 cm de distancia, cuyo tren de siembra es de doble disco desfasado. La gramínea fue sembrada al surco a 1,5 cm de profundidad y las leguminosas fueron al voleo, sin rastras.

La fertilización basal fue de 100 kg/ha de 18-46/46-0 (fosfato de amonio) al voleo luego de cada siembra. Además se refertilizó el 23 de agosto con 100 kg/ha de 46-0-0 (urea). Por otro lado, el 22 de agosto se aplicaron 1200 cc/ha de 2,4DB y 350 cc/ha de Flumetsulam, puesto que el enmalezamiento era alto y diverso.

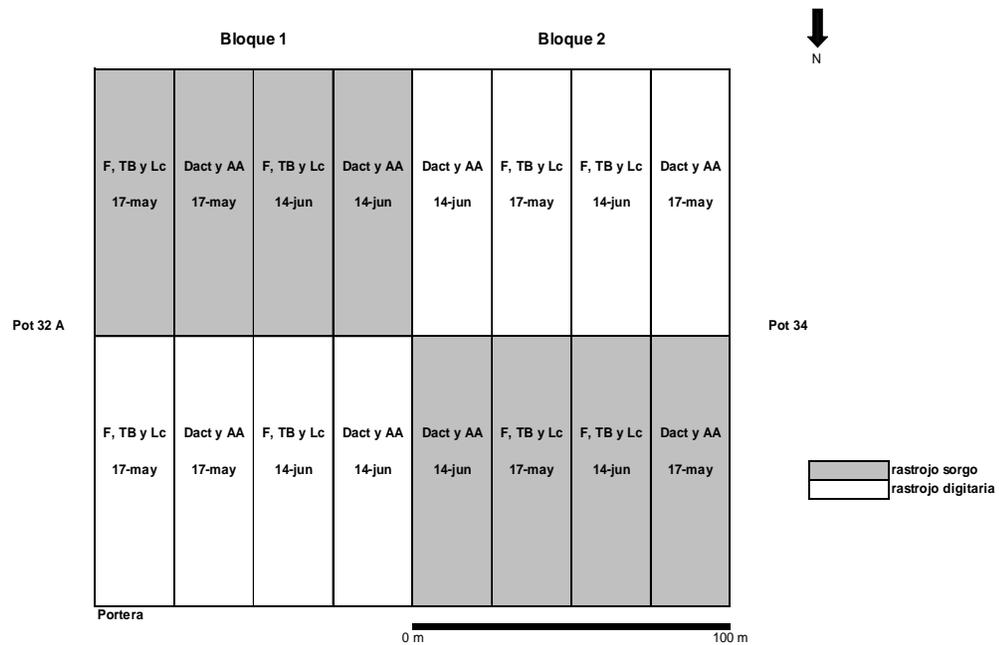
#### 3.3.4. Tratamientos

Los tratamientos fueron 8 en total, cada uno con su repetición. Los cuales consisten en evaluar en cada uno de los 2 rastrojos, las 2 mezclas en sus 2 fechas de siembra.

#### 3.3.5. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas, en donde el tipo de rastrojo es la parcela mayor. El área experimental abarcó 3,68 ha, que fueron divididas en 2 bloques iguales. Éstos a su vez se dividieron en los 2 rastrojos, y en cada uno de ellos habían las 2 mezclas con sus 2 fechas de siembra. Así se determinaron 8 tratamientos con su respectiva repetición, lo cual es una característica del diseño de bloques completos al azar. Cada una de las 16 parcelas contaba con 0,23 ha.

Ilustración No. 1. Croquis del área experimental



### 3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.

La metodología se basó en la medición del número de plantas y desarrollo a los 30, 60 y 90 días luego de emergido, así como el porcentaje de malezas en cobertura. Además, a los 90 días se midió la relación parte aérea/raíz de cada especie componente de las mezclas. Las fechas de muestreo fueron:

- 6 y 7 de julio para medir “30 días post emergencia” de la siembra del 17 de mayo.
- 8 y 9 de agosto para medir “30 días post emergencia” de la fecha de siembra del 14 de junio y “60 días post emergencia” de la siembra del 17 de mayo.
- 13 y 14 de setiembre para medir “60 días post emergencia” de la fecha de siembra del 14 de junio y “90 días post emergencia” de la siembra del 17 de mayo.
- 29 y 30 de setiembre para medir “90 días post emergencia” de la siembra del 14 de junio.

### 3.4.1. Variables estudiadas

#### 3.4.1.1. Porcentaje de germinación

Se prepararon tres germinadores para cada especie a sembrar con 50 semillas cada uno a temperatura de 24 °C. Los mismos fueron desinfectados con hipoclorito de sodio previamente y puestos con papel absorbente cortado doble 4 ml de agua. Se contaron las semillas que habían germinado (aparición de radícula) a los 5, 7, 9, 12 y 16 días. El valor utilizado para la realización de los cálculos fue el de germinación a los 16 días.

En caso del *Dactylis glomerata* se hizo una repetición pero con 5 días previos de frío. Esto se debió a que la germinación del lote era muy baja y se presumió que esto podía estar ocasionado por dormancia de la semilla.

#### 3.4.1.2. Peso de mil semillas

Para determinar el peso de mil semillas se contaron 300 semillas y se pesaron en balanza electrónica con 0,05 gramos de apreciación. Con el peso de 300 semillas se llegó al peso de mil realizando regla de tres.

#### 3.4.1.3. Porcentaje de implantación

Una vez que se conoce el peso de mil semillas, el porcentaje de germinación y los kg sembrados por unidad de superficie, se determinó el número de semillas viables sembradas por m<sup>2</sup> en cada fecha de siembra (las densidades de siembra fueron diferentes).

El porcentaje de implantación para las leguminosas se calculó usando rectángulos de 0,2\*0,5m y contando las plantas de cada especie. El número de plantas corregido al m<sup>2</sup> se dividió entre el número de semillas viables sembradas por m<sup>2</sup>, dando como resultado el porcentaje de implantación. En el caso de las gramíneas, se contó el

número de plantas en 20 cm en la línea, el cual, corregido al  $m^2$  y dividido entre el número de semillas viables sembradas por  $m^2$ , dio el porcentaje de implantación. Se tomaron 10 medidas por parcela a través de un muestreo sistemático a los 30, 60 y 90 días post emergencia.

#### 3.4.1.4. Grado de desarrollo en leguminosas

El grado de desarrollo de las leguminosas se midió usando rectángulos de  $0,2*0,5m$  y anotando qué desarrollo tenía cada planta según el siguiente código:

0. Cotiledón
1. 1 hoja
2. 2 hojas
3. 3 o más hojas

Se tomaron 10 medidas por parcela a través de un muestreo sistemático a los 30, 60 y 90 días post emergencia.

#### 3.4.1.5. Enmalezamiento

Se utilizaron rectángulos de  $0,2*0,5m$  para estimar el porcentaje de enmalezamiento en cobertura. Se tomaron 10 medidas por parcela a través de un muestreo sistemático a los 30, 60 y 90 días post emergencia.

#### 3.4.1.6. Relación parte aérea/raíz

A los 90 días post emergencia para cada fecha de siembra se determinó la relación parte aérea/raíz. La misma consistió en tomar 6 muestras de suelo por parcela de  $0,2*0,2*0,2m$ , dejándolas reposar en agua durante 48 horas aproximadamente para que las plantas se desprendan de los agregados del suelo.

Luego de obtener las plantas enteras de las muestras, se discriminaron las distintas gramíneas, leguminosas y malezas. Las plantas de las especies sembradas fueron separadas según “parte aérea” o “raíz” y colocadas en estufa a 60°C, durante 48 horas para luego ser pesadas y obtener el peso seco de la parte aérea y la raíz de cada especie, de cada parcela. Luego se calculó la relación entre las partes.

### 3.5. HIPÓTESIS

#### 3.5.1. Hipótesis biológicas

Existen diferencias para implantación, número de plantas, grado de desarrollo de las leguminosas y enmalezamiento a los 30, 60 y 90 días post emergencia. Así como la biomasa aérea y radicular a los 90 días según:

A- Tipo de rastrojo

B- Fecha de siembra

C- Mezcla forrajera

#### 3.5.2. Hipótesis estadísticas

$$H_0 = t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = t_5 = t_6 = t_7 = t_8 = 0$$

$H_A$  = al menos un tratamiento es diferente a cero

$$H_0 = B = 0$$

$$H_A = B \neq 0$$

### 3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 3.6.1. Modelo estadístico

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + \alpha_j + \sigma_k + (\alpha\sigma\omega)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$ : Variable estudiada

$\mu$ : media general

$B_l$  : efecto del bloque,  $l=1, 2$ .

$\alpha_i$  : efecto del  $i$ -ésimo rastrojo,  $i=1, 2$ .

$\sigma_j$  : efecto de la  $j$ -ésima fecha de siembra,  $j=1, 2$

$\omega_k$  : efecto de  $k$ -ésima mezcla,  $k=1, 2$ .

$(\alpha\sigma\omega)_{ijk}$  : efecto de la interacción triple.

$\varepsilon_{ijkl}$  : error experimental.

El análisis estadístico se realizó mediante el programa Infostat, las salidas de este programa muestran el análisis de la varianza para las variables estudiadas y sus interacciones, cuando existe significación en este programa se realiza un test de LSD-Fischer, al 10%.

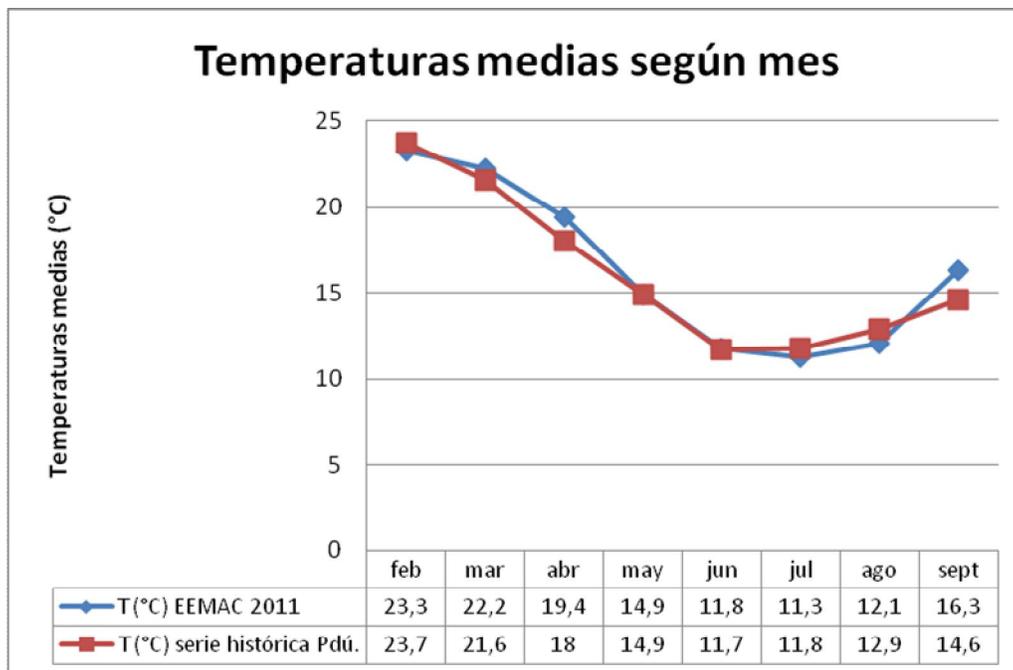
## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÍODO DE EVALUACIÓN

Se compararon los datos de temperatura y precipitaciones de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni con los de la Dirección Nacional de Meteorología de la serie histórica 1961- 1990 para la localidad de Paysandú.

#### 4.1.1. Temperatura

Gráfico No. 1. Temperatura media de la serie histórica en la EEMAC y del período experimental según mes.



Según muestra el gráfico las temperaturas medias del período experimental fueron superiores a la media de la serie histórica durante el período de barbecho. Esto seguramente haya contribuido con una más acelerada descomposición del rastrojo, ya que mayores temperaturas aceleran la actividad microbiana a nivel de suelo (Morón,

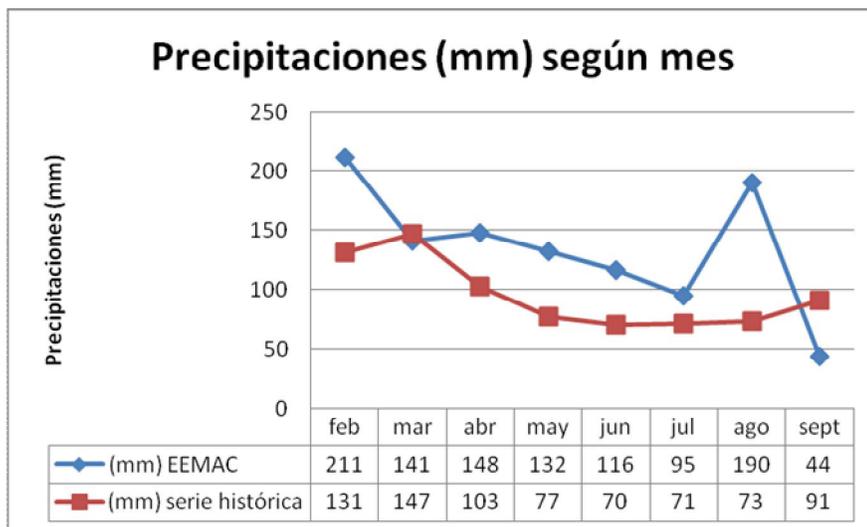
2001). El efecto que esto puede haber causado es que la primera fecha de siembra (17 mayo) haya contado con un período previo de altas temperaturas que descompusieron más rápidamente el rastrojo, mitigando el efecto de un barbecho “corto” para rastrojos “difíciles”.

Por su parte, bajas temperaturas en julio- agosto podrían haber afectado las plántulas determinando un pobre establecimiento y crecimiento; y retardando el crecimiento inicial y por ende la entrada en producción de la pastura (Langer 1981, Zanoniani y Noell 1997). Sin embargo es menester mencionar que fue un invierno de pocas heladas (13 en total).

Altas temperaturas sobre el final del período experimental pueden haber llevado a buenas producciones de materia seca con la pastura ya casi instalada. Sin embargo, como se verá en el siguiente gráfico, las precipitaciones no permitieron expresar ese potencial de crecimiento.

#### 4.1.2. Precipitaciones

Gráfico No. 2. Precipitaciones de la serie histórica y del período experimental para la EEMAC según mes



Se puede establecer en general que el agua no fue limitante para las primeras instancias del período experimental. Es así, que el perfil se recargó satisfactoriamente durante el período de barbecho, determinando entonces, que las condiciones hídricas para las siembras (17 de mayo y 14 de junio) posibilitarían una buena implantación inicial.

No obstante, entre fines de agosto y fines de septiembre existieron lluvias prácticamente insignificantes, determinando un déficit hídrico para el final del experimento. Este afectó el establecimiento final de las pasturas y la producción de materia seca de las mismas, especialmente para los tratamientos sembrados en junio.

#### 4.2. PROMEDIO GENERAL DE IMPLANTACIÓN DEL EXPERIMENTO

La implantación general del experimento a los 90 días fue de 38% lo cual es superior a la que se suele obtener en condiciones comerciales, la cual, es de 28% para siembras de praderas que incluyan gramíneas perennes con leguminosas (Brito del Pino et al., 2008). Sin embargo, se aproxima a la implantación general obtenida por Fariña y Saravia (2010), en experimentos sobre suelos similares de la EEMAC, la cual fue de 45% a los 60 días.

Estos buenos resultados se pueden deber a que existió un minucioso control de la profundidad de siembra de las gramíneas, procurando no superar 1,5 cm. Formoso (2007a) reporta que hay una fuerte interacción entre profundidad de siembra y tamaño de semilla, y que de no respetar la profundidad, la planta germinará mal. Brito del Pino et al. (2008) también hacen referencia a la importancia de sembrar las gramíneas perennes en el surco controlando la profundidad. A su vez, cabe destacar que, las condiciones de humedad el día de la siembra eran prácticamente óptimas, permitiendo un buen trabajo de los trenes de siembra.

#### 4.2.1. Peso de mil semillas, germinación y densidad de siembra

##### 4.2.1.1. Análisis de peso de mil semillas y germinación

El siguiente cuadro compara los pesos de mil semillas obtenidos para esta tesis con los datos promedio que aporta la bibliografía. También se incluyeron datos de germinación a los 15 días.

Cuadro No. 5. Datos de germinación y peso de mil semillas

Especie	germinación (%)	PMS	PMS bibliografía
<i>Medicago sativa</i>	91	2,00	2,24
<i>Dactylis glomerata</i>	72	0,67	0,72
<i>Festuca arundinacea</i>	86	2,17	2,56
<i>Trifolium repens</i>	89	0,50	0,65
<i>Lotus corniculatus</i>	59	1,17	1,34

El peso de mil semillas, así como su germinación, determinan junto con la densidad de siembra el número de semillas viables sembradas por unidad de superficie. A su vez, el peso de la semilla determina su contenido de reservas y por ende su vigor inicial. Para la semilla utilizada en el experimento, los pesos fueron un poco menores que los que establece la bibliografía, por lo que se considera que de haber usado semillas más grandes, los valores de implantación hubieran sido aún mejores que lo que fueron (Carámbula 2002a, Formoso 2007b).

En lo que respecta a la germinación de los lotes de semilla, esta fue aceptable para *Festuca arundinacea*, *Medicago sativa* y *Trifolium repens*. En contraposición, el *Dactylis glomerata* mostró una germinación más baja, a pesar de que se lo sometió a frío. Además, *Lotus corniculatus* mostró baja germinación. Sin embargo, se debe considerar que esta leguminosa presenta un alto porcentaje semillas duras, del orden del 50% de las que no germinaron (Carámbula, 1981), las cuales no se tuvieron en cuenta en los cálculos de implantación.

#### 4.2.1.2. Promedio de ambas fechas de siembra

Se construyó este cuadro con el promedio de densidades de siembra de ambas fechas de siembra para facilitar el análisis de resultados de este trabajo. Para el cálculo de las variables del experimento se usó la densidad de siembra de cada fecha. El cuadro No. 6 ilustra las diferentes cantidades de semillas viables de cada mezcla.

Cuadro No. 6. Datos promedio de ambas fechas de siembra

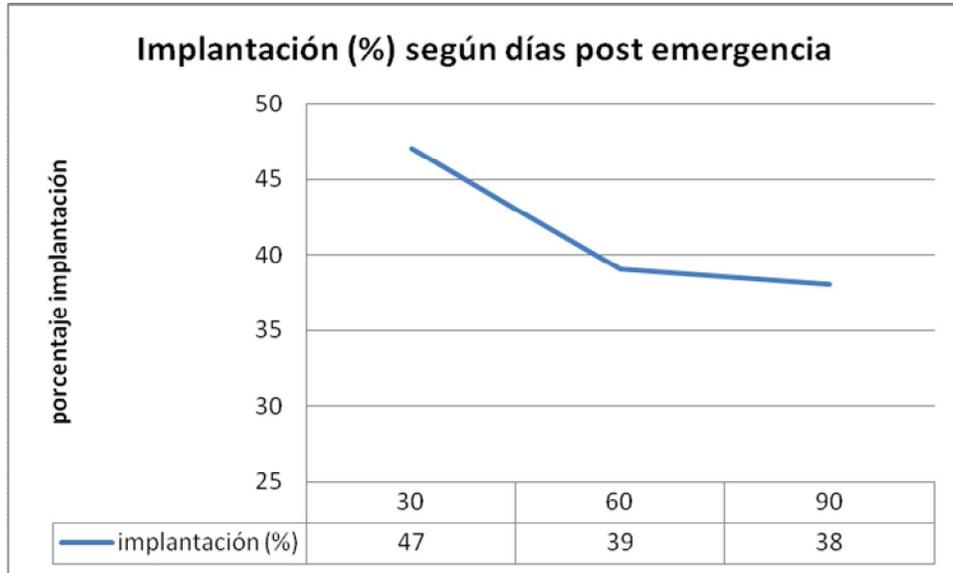
Especie	N° viables/m <sup>2</sup>	viables/m <sup>2</sup> mezcla
<i>Festuca arundinacea</i>	585	
<i>Trifolium repens</i>	437	
<i>Lotus corniculatus</i>	292	1315
<i>Dactylis glomerata</i>	1250	
<i>Medicago sativa</i>	588	1838

Como se observa en el cuadro anterior el ajuste de la siembra se realizó a partir de los kg/ha a sembrar de cada especie, sin tener en cuenta el peso de mil semillas, ni la germinación de las mismas. Es así que resultó en una diferencia de un 40% más de semillas viables por m<sup>2</sup> en la mezcla con *Dactylis*, densidad pensada para condiciones comerciales, en la cuales se espera una implantación del orden del 25-30% (Brito del Pino et al., 2008). Esta diferencia de semillas viables por m<sup>2</sup> redundará en algunos de los resultados a analizar.

#### 4.2.1.3. Evolución del porcentaje de implantación del experimento

El gráfico No. 3 muestra la evolución la implantación promedio general del experimento de todas las especies a los 30, 60 y 90 días post emergencia. La misma desciende más fuertemente desde los 30 hasta los 60 días.

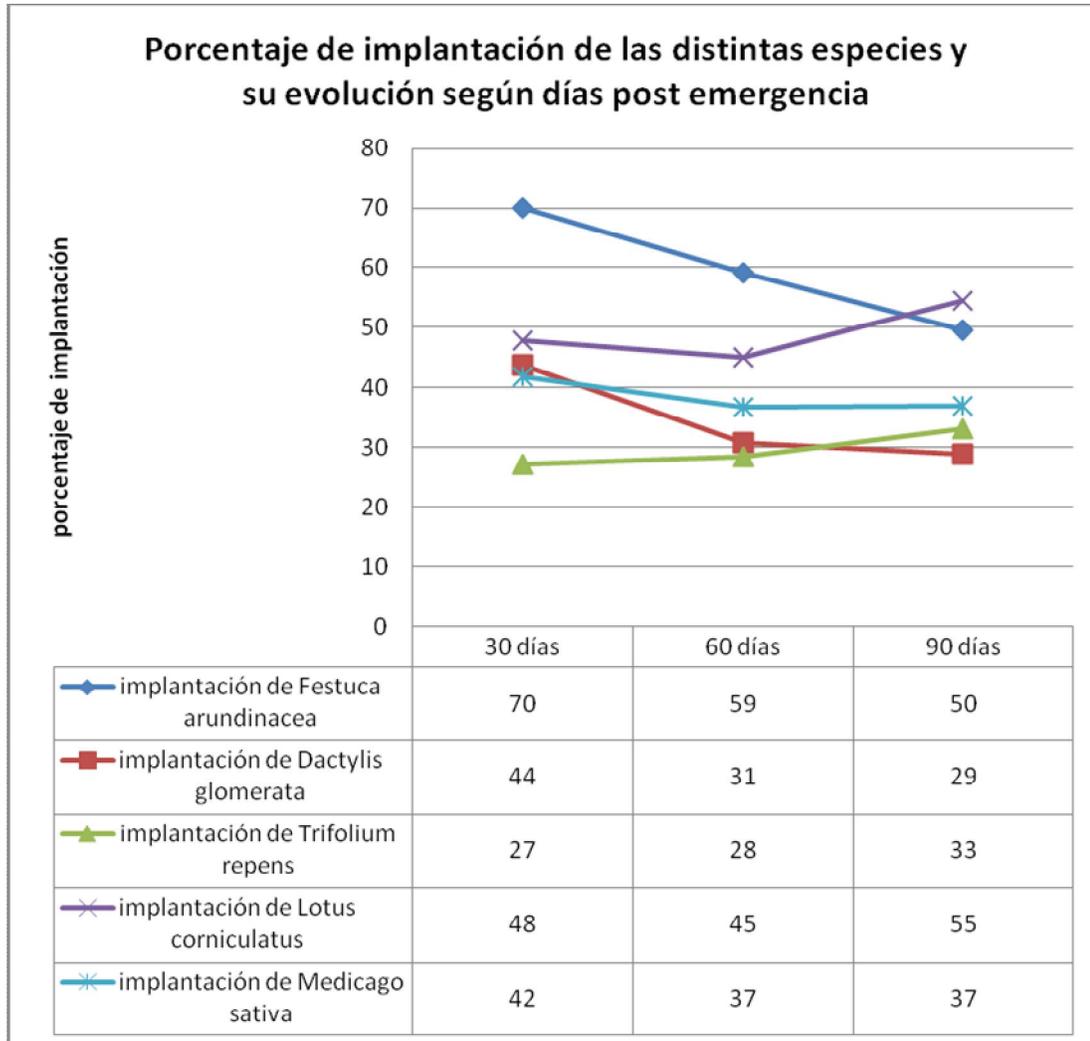
Gráfico No. 3. Implantación general según días post emergencia



La implantación general del experimento fue superior a los obtenidos en relevamientos de campo efectuados por Brito del Pino et al. (2008), quienes determinaron valores inferiores e incluso sin diferencias entre 45 y 90 días (29%). En este caso lo que podría explicar los altos valores serían las condiciones de humedad y temperatura a la siembra, así como un óptimo control de profundidad de siembra de las gramíneas (Formoso, 2007a). Por otro lado, los resultados obtenidos en términos absolutos son similares a los que reportan Acle y Clément (2004), Fariña y Saravia (2010) que son de un 45% y 46%, respectivamente. Estos últimos son arrojados por trabajos experimentales, en los cuales se extreman las medidas de manejo.

El comportamiento diferencial de cada especie se puede visualizar en el gráfico No. 4 donde se observa el porcentaje de implantación desglosado por especie y su evolución a los 30, 60 y 90 días post emergencia.

Gráfico No. 4. Implantación según especie y días post emergencia



Como se observa en el gráfico no todas las especies se comportan de igual manera. Es así que el patrón de comportamiento de las gramíneas es similar, puesto que ambas “pierden” entre 15 y 20 puntos porcentuales entre los 30 y 90 días post emergencia. Según Formoso (2007a) *Festuca arundinacea* es más sensible a crecer en condiciones de rastrojos o fechas de siembra adversas. En cambio, *Dactylis glomerata* es más plástico, y se adapta a condiciones más diversas. Este comportamiento diferencial puede explicar la menor caída del “pasto ovillo”. También se puede establecer que

Festuca podría tener mayor vigor inicial por tener una semilla más grande (3 veces más pesada), y que por ello logró una implantación tan alta a los 30 días post emergencia, por lo que la profundidad de siembra de 1,5 cm podría haber sido excesiva para *Dactylis*. Se presume, también, que en el caso de Festuca, al comenzar con una implantación tan alta, existe más posibilidades de que decrezca la misma.

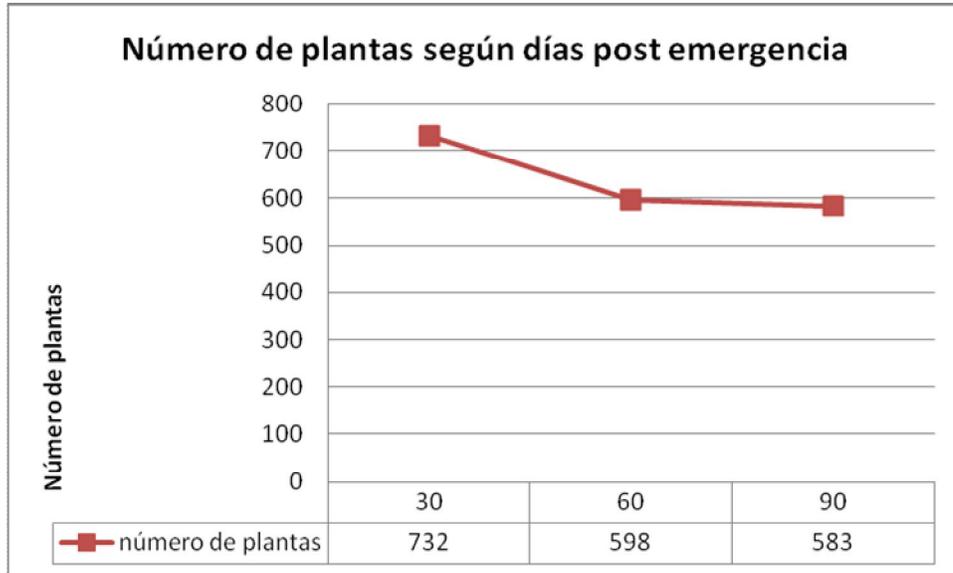
Por su parte, las leguminosas mostraron una evolución distinta a la de las gramíneas perennes. Tal es así, que entre los 60 y 90 días mantuvieron o aumentaron el porcentaje de implantación, lo cual se presume se haya debido a la presencia de semillas duras en las leguminosas, principalmente en Lotus y Trébol Blanco, que determinaron tandas de germinación (Carámbula, 1977).

Por otra parte Ríos (2007) enuncia que la presencia de plántulas de malezas en la fase de establecimiento de las pasturas se puede asimilar al efecto de un cultivo protector, protegiendo a las leguminosas de factores ambientales adversos como temperaturas bajas y precipitaciones que, dependiendo de su intensidad pueden compactar el suelo, limitando las tasas de emergencia y crecimiento de las forrajeras.

#### 4.3. PROMEDIO GENERAL DE NÚMERO DE PLANTAS

En el gráfico siguiente se observa que el número de plantas totales existentes en un metro cuadrado no va a ser limitante para que las pasturas alcancen su potencial de producción máximo. Además existe un margen razonable para pérdida de plantas durante el verano, período de estrés en el cual se mueren plantas, especialmente en el primer año de la pastura (Langer, 1981).

Gráfico No. 5. Número de plantas según días post emergencia



Es muy importante tener en cuenta que las medidas realizadas en este experimento dieron resultados satisfactorios. Es así, que en cada una de los distintos tratamientos se logró un *stand* de plantas adecuado para expresar el potencial de producción de las pasturas, puesto que al tratarse de mezclas con especies perennes se debe lograr buenos establecimientos de forma que las pasturas perduren en el tiempo. Errores en estas primeras etapas se arrastran durante toda la vida de la pastura (Langer, 1981) . Este tipo de poblaciones hacen cuestionarse que de mantener estos porcentajes de implantación se podría reducir la densidad de siembra, determinando un menor costo por hectárea (Brito del Pino et al., 2008). Sin embargo se debe considerar que existe una brecha tecnológica entre los resultados experimentales y los obtenidos a nivel predial (Acle y Clément 2004, Brito deel Pino et al. 2008, Fariña y Saravia 2010) antes de tomar decisiones arriesgadas.

#### 4.4. ANÁLISIS DEL EFECTO DE CADA TRATAMIENTO EN IMPLANTACIÓN.

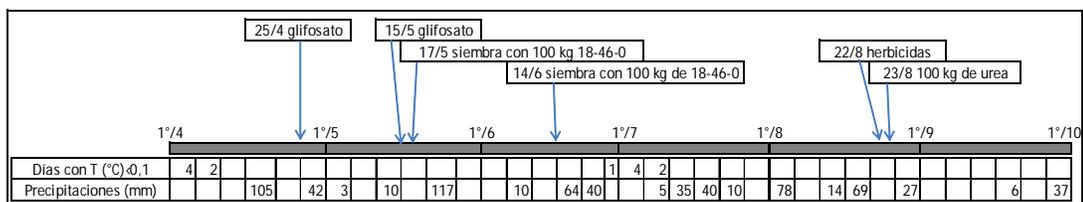
En el correr de este capítulo se desglosará el impacto que tienen sobre las variables medidas cada una de las fechas de siembra, rastrojos y mezclas.

##### 4.4.1. Efecto de la fecha de siembra

A continuación se estudiará el efecto de las fechas de siembra en las variables medidas. Es así, que para este capítulo no se considerarán efectos de rastrojo o mezcla.

La línea de tiempo que se ilustra a continuación es un esquema que permite visualizar cómo se dieron las lluvias y heladas, y en qué momento estaba cada una de las fechas de siembra. Las precipitaciones y heladas se agruparon cada 5 días y se basan en la Estación Meteorológica de la EEMAC.

Ilustración No. 2. Línea de tiempo del experimento



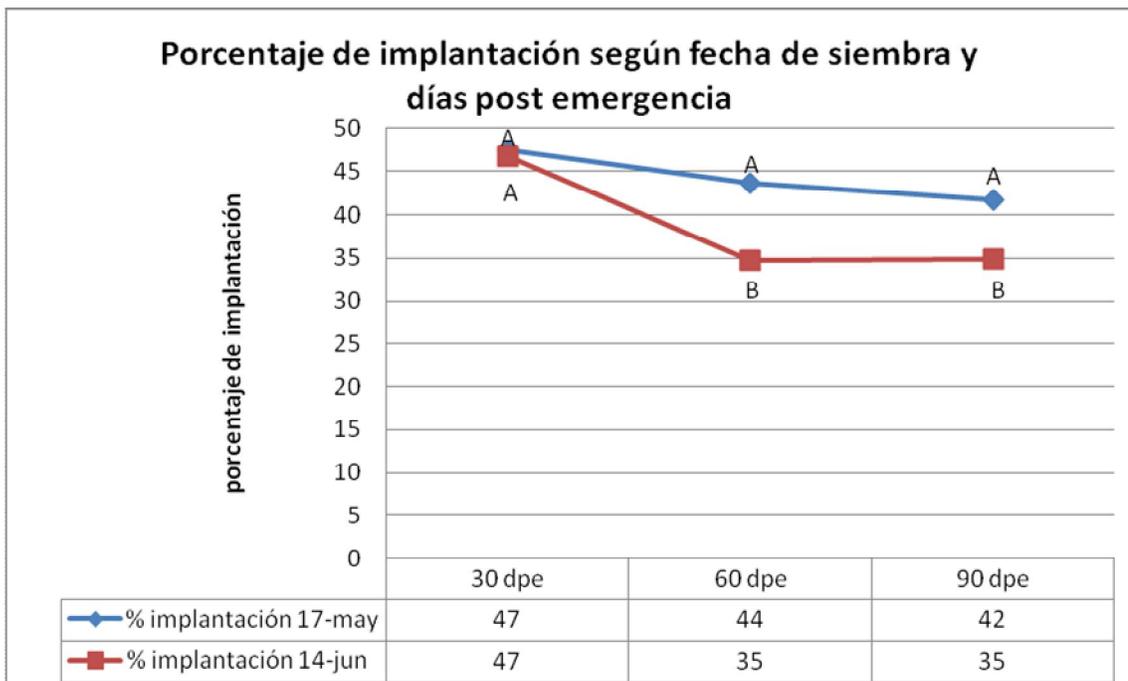
Se observa que luego de la primera fecha de siembra llovieron más de 100 mm entre los 6 y 9 días post siembra, a los que siguieron 15 días sin lluvias. Además no hubo heladas por 1 mes y medio. Sin embargo, en la segunda fecha de siembra llovió aproximadamente lo mismo, pero más distribuido en el tiempo post siembra. Ocurriendo 3 lluvias de 35 mm cada 3 días a partir del 3° día post siembra. A su vez tuvo una serie de heladas continuadas a los 15 días post siembra.

Estas características permitirán explicar el comportamiento que presentaron de las variables medidas en este trabajo de tesis.

#### 4.4.1.1. Implantación general según fecha de siembra

En el gráfico siguiente se observa una disminución del porcentaje de implantación a medida que transcurre el tiempo desde emergencia. La emergencia es muy similar para ambas fechas de siembra, sin embargo, a los 60 y 90 días la primer fecha de siembra resulta en un mayor porcentaje de implantación.

Gráfico No. 6. Porcentaje de implantación según fecha de siembra y días post emergencia



Esto concuerda con Langer (1971), Carámbula (2002b) quienes afirman que siembras tempranas presentan una mejor implantación y mayor precocidad que tardías, puesto que promueven una población elevada de plántulas vigorosas debido a un mayor período de buenas temperaturas para su desarrollo.

Sin embargo, la segunda fecha de siembra, que fue en mediados de junio, mostró altos valores de implantación. Esto se debe a que contó con condiciones poco limitantes

durante el invierno, en el cual hubo poco exceso hídrico y escasas heladas. Para un año típico Carámbula (2002b) prevé que en el caso de siembras tardías es altamente probable que hayan buenas o excesivas condiciones hídricas, con riesgo de temperaturas bajas y heladas, además de entrar en el invierno con poca superficie radicular. No obstante, el efecto año hizo que esta característica no se manifestara completamente y diera un comportamiento satisfactorio de la segunda fecha de siembra, espacialmente a los 30 días.

Es también importante tener en cuenta que dentro de la humedad, el aporte de agua para germinación debe ser continuo pero no excesivo, y para ello son cruciales las lluvias que se registren inmediatamente después de la siembra, una adecuada profundidad de siembra y buen contacto semilla- suelo (Formoso, 2007b). Como ya se explicó, la segunda fecha de siembra contó en sus primeras etapas con un suministro de agua ideal, especialmente para las leguminosas, y una profundidad de siembra de las gramíneas de acuerdo a lo buscado (no mayor que 1,5 cm).

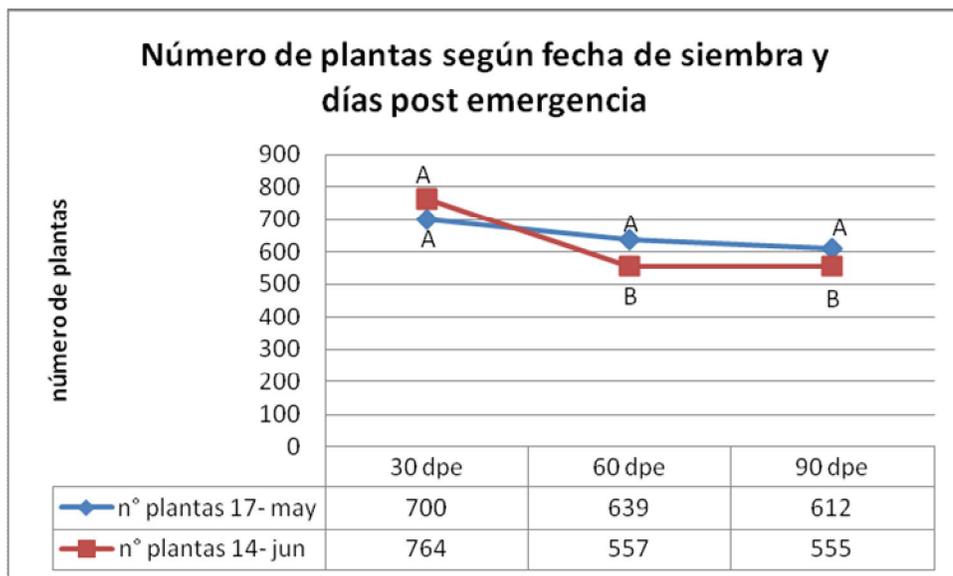
Si se clasificaran las fechas de siembra según el criterio utilizado por Brito del Pino et al. (2008) éstas serían “media” y “tardía”. El recién citado relevamiento no encontró diferencias significativas en implantación entre fechas medias y tardías, al contrario que el presente trabajo. En el año 2007, cuando se realizó el trabajo de relevamiento mencionado, las lluvias se concentraron hacia el principio del otoño y fueron excesivas determinando que siembras “medias” no pudieran expresar su superioridad frente a “tardías”.

Es relevante destacar que las fechas de siembra que contrasta el experimento son “media” y “tardía”, sin existir tratamientos con fechas de siembra “tempranas”, en los que las altas temperaturas juegan un rol más importante (Formoso, 2007b). Es esperable que si las fechas hubieran sido más extremas, estas diferencias se hubiesen expresado en mayor grado.

#### 4.4.1.2. Número de plantas totales según fecha de siembra

El siguiente gráfico muestra la evolución del número de plantas existente por m<sup>2</sup> a través del día 30, 60 y 90 post emergencia.

Gráfico No. 7. Número de plantas según fecha de siembra y días post emergencia



El número de plantas disminuye a medida que nos alejamos del día de emergencia de las plántulas. Sin embargo, la segunda fecha de siembra tiene un mayor número de plantas a los 30 días, producto de las lluvias que se dieron inmediatamente después de su siembra y se continuaron sin llegar a ser excesivas. Sin embargo, esta fecha de siembra pierde más plantas que la del 17 de mayo, lo cual se explica por las bajas temperaturas, que encuentran a las plantas sembradas el 14 de junio muy pequeñas como para soportarlas. Si bien existieron pocas heladas, Steppler (1965) expresa que las leguminosas deben alcanzar 5 hojas verdaderas antes que comience el invierno si se espera una buena supervivencia.

#### 4.4.1.3. Leguminosas estivales

El siguiente cuadro muestra detalladamente la implantación, el número de plantas y el desarrollo de las mismas, además de su evolución a los 30, 60 y 90 días post emergencia (dpe) para las leguminosas estivales estudiadas en el experimento.

Cuadro No. 7. Plantas de leguminosa estival, porcentaje de implantación y desarrollo según fecha de siembra y días post emergencia

dpe	fecha de siembra	plantas leg est	sig	implantación (%) leg est	sig	desarrollo leg est	sig
30 días	17-may	159	B	41	B	2,16	B
	14-jun	232	A	49	A	2,82	A
60 días	17-may	157	B	39	A	2,98	A
	14-jun	191	A	42	A	3,00	A
90 días	17-may	177	A	47	A	3,00	A
	14-jun	201	A	45	A	3,00	A

A los 30 días, la siembra del 14 de junio mostraba mayor número de plantas, porcentaje de implantación y desarrollo de leguminosas estivales que las siembras de mediados de mayo. Este comportamiento se explica a partir de las lluvias ocurridas en la segunda mitad de junio, que fueron continuadas en el tiempo y acordes en cantidad, ajustándose a los requerimientos de las plantas, especialmente en siembras al voleo. En la primer fecha de siembra, en la cual las leguminosas estivales también fueron al voleo, las precipitaciones no fueron tan bien distribuidas como en la segunda fecha de siembra. Es más, llovieron 100 mm en dos días. Mientras que la siembra de junio recibió tres lluvias de 30 mm cada 3 o 4 días, lo cual beneficia a las siembras al voleo.

Blaser et al. (1956), Carámbula y Terra (2000) establecen que este comportamiento debería ser al revés, puesto que leguminosas estivales crecen mejor en siembras tempranas de otoño, cuando la temperatura es mayor. Sin embargo, el efecto de este año hizo que la humedad fuera más adecuada para el crecimiento inicial en la segunda fecha de siembra.

A medida que uno se aleja del momento de emergencia, las diferencias se mitigan, puesto que a mediados de julio se venía de un período de buenas lluvias. Estas lluvias se ven en los resultados de 30 días post emergencia para la segunda fecha de siembra, y 60 días post emergencia para la primera. Es decir, son las mismas lluvias que impactan a los 30 días a la siembra de 14 de junio y a los 60 a la del 17 mayo (ver ilustración No. 2).

Hacia los 60 y, especialmente, 90 días post emergencia, el efecto del buen comienzo de las leguminosas estivales sembradas el 14 de junio se diluye por efecto del frío que se hace sentir en plantas aún pequeñas. El comportamiento coincide con lo expresado por Brito del Pino et al. (2008), quienes no encontraron diferencias de implantación de leguminosas a los 90 días entre fechas de siembra “media” y “tardía”.

Si se analizan por separado el *Lotus corniculatus* y *Medicago sativa*, se puede apreciar que a los 90 días post emergencia, alfalfa aún presenta más plantas por m<sup>2</sup> en la siembra del 14 de junio, mientras que lotus no. Este comportamiento diferencial se puede atribuir al mayor vigor inicial de la alfalfa, que compitió mejor con las malezas, que eran abundantes en la segunda fecha de siembra. Al haber logrado esta mejor competencia, alcanzó rápidamente un alto *stand* de plantas aprovechando el buen régimen hídrico de la siembra del 14 de junio. Por el contrario, Lotus no pudo competir con el enmalezamiento existente en la segunda fecha de siembra por tener menor vigor inicial.

#### 4.4.1.4. Trébol blanco

En lo que respecta al *Trifolium repens* se lo analizó a parte por tratarse de una leguminosa invernal con distintos requerimientos de temperatura y humedad para establecerse.

Cuadro No. 8. Plantas de trébol blanco, porcentaje de implantación y desarrollo según fecha de siembra y días post emergencia

dpe	fecha de siembra	plantas T. blanco	sig	implantación (%) T. blanco	sig	desarrollo T. blanco	sig
30 días	17-may	115	A	27	A	<b>1,92</b>	<b>B</b>
	14-jun	123	A	27	A	<b>2,63</b>	<b>A</b>
60 días	17-may	120	A	28	A	2,97	A
	14-jun	129	A	29	A	3,00	A
90 días	17-may	<b>115</b>	<b>B</b>	<b>27</b>	<b>B</b>	3,00	A
	14-jun	<b>176</b>	<b>A</b>	<b>39</b>	<b>A</b>	3,00	A

A los 30 días post emergencia, las plantas de *Trifolium repens* mostraban mayor desarrollo en la siembra del 14 de junio. Esto se dio porque el Trébol Blanco requiere de mayor humedad y menor temperatura para germinar en comparación con Alfalfa y Lotus. Esto coincide con (Carámbula, 2002b) quien sostiene que a medida que entra el otoño el frío favorece a las especies invernales. Esto no significa que el invierno sea la mejor época para sembrar dichas especies, ya que excesos de humedad y temperaturas muy bajas suelen ser inconvenientes para la germinación y el desarrollo. Este efecto se conecta con un mayor número de plantas y porcentaje de implantación al final del período experimental.

Si bien Steppler (1965) expresa que el frío perjudica la implantación de tréboles, y Carámbula (2002b) que bajas temperaturas afectan su fijación inicial de nitrógeno, los resultados obtenidos en este experimento no serían concordantes con dichos autores. En este sentido, las buenas lluvias bien distribuidas ocurridas en las primeras instancias de implantación para la segunda fecha de siembra, impactaron más que las bajas temperaturas al comienzo de implantación en trébol blanco.

#### 4.4.1.5. Gramíneas perennes

Como se puede observar en el cuadro No. 9 la primera fecha de siembra fue la que arrojó mejores resultados en número de plantas e implantación de las gramíneas perennes a lo largo del experimento.

Cuadro No. 9. Plantas de gramínea perenne y porcentaje de implantación según fecha de siembra y días post emergencia

dpe	fecha de siembra	plantas gram	sig	implantación (%) gram	sig
30 días	17-may	484	A	61	A
	14-jun	470	A	53	B
60 días	17-may	423	A	55	A
	14-jun	301	B	35	B
90 días	17-may	377	A	47	A
	14-jun	266	B	31	B

Este comportamiento no coincide con el de las leguminosas estivales. Ello se puede explicar a partir de las temperaturas registradas para la segunda fecha de siembra, las cuales resultaron bajas y, según Carámbula (2002b), las gramíneas perennes se ven afectadas por límites inferiores de temperatura por lo que la segunda fecha de siembra fue peor para la implantación de gramíneas.

En lo que respecta al régimen hídrico en los primeros días post siembra, la segunda fecha de siembra fue igual o peor que la primera en número de plantas por m<sup>2</sup> e implantación, respectivamente. Esto se contrapone al comportamiento de las leguminosas como ya se explicó, ya que las gramíneas perennes fueron sembradas en el surco, por lo que el efecto de la distribución de las lluvias post siembra no es tan importante como para siembras al voleo. En siembras al surco, el suministro de humedad es más continuo que al voleo, puesto que al voleo la humedad es la principal limitante por tener un peor contacto semilla- suelo (Formoso, 2007b). Al levantar en parte esta limitante colocando la semilla en el surco, la temperatura empieza a cobrar más

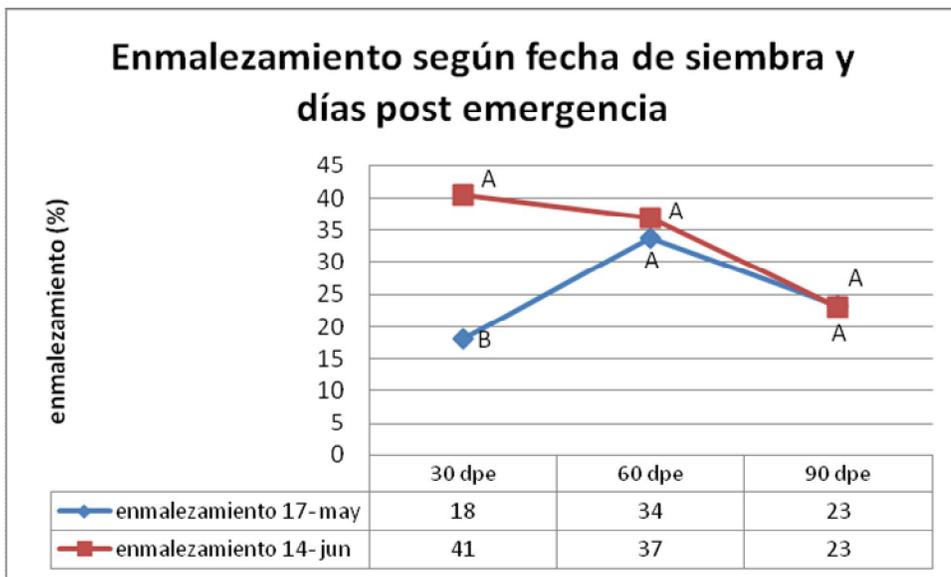
relevancia, lo cual podría estar explicando el mejor comportamiento de la siembra temprana en gramíneas perennes.

Considerando que ambas fechas de siembra son tardías, la implantación de las gramíneas debería haber estado afectada por excesos de humedad y bajas temperaturas, las cuales serían inconvenientes para la germinación y el desarrollo de plántulas (Carámbula, 2002b). No obstante, en este caso no fue así porque se trató de un invierno con poco exceso de humedad y pocas heladas.

#### 4.4.1.6. Enmalezamiento

EL gráfico que sigue muestra la evolución del enmalezamiento medido como porcentaje en cobertura para cada fecha de siembra a los 30, 60 y 90 días post emergencia.

Gráfico No. 8. Enmalezamiento según fecha de siembra y días post emergencia



El enmalezamiento a los 30 días post emergencia fue mayor en la segunda fecha de siembra. Esto se explica por las fechas de aplicación de herbicida previo a la siembra. Las aplicaciones de glifosato fueron a tiempo fijo el 24 de abril y el 15 de mayo,

ocasionando que, para la primera fecha de siembra (17 de mayo) se arrancara con la chacra limpia. Sin embargo, la siembra de mediados de junio tuvo más longitud de barbecho, lo cual es positivo para la preparación de la sementera (Ernst y Siri-Prieto, 2008), no obstante, en caso de existir malezas, estas pueden colonizar la chacra antes de que se logre implantar la pastura.

A los 60 días no hubo diferencia entre los tratamientos, y a los 90 días post emergencia descendió el enmalezamiento de todo el experimento por acción de los herbicidas selectivos aplicados para controlar hoja ancha, que hicieron un muy buen control de las malezas existentes.

#### 4.4.1.7. Parte aérea y raíz a los 90 días

A continuación se analizará la masa de materia seca en kg por hectárea a los 90 días post emergencia de la parte aérea, raíces y su relación, para ambas fechas de siembra.

Cuadro No. 10. Biomasa aérea y radicular en kg de MS/ha y relación parte aérea/raíz

F de siembra	Festuca						Trébol blanco						Lotus corniculatus					
	PA	sig	R	sig	PA/R	sig	PA	sig	R	sig	PA/R	sig	PA	sig	R	sig	PA/R	sig
17-may	<b>486</b>	<b>A</b>	<b>246</b>	<b>A</b>	1,99	A	497	A	<b>154</b>	<b>B</b>	3,22	A	115	A	46	A	2,69	A
14-jun	<b>322</b>	<b>B</b>	<b>139</b>	<b>B</b>	2,30	A	505	A	<b>165</b>	<b>A</b>	3,02	A	79	A	38	A	2,13	A

F de siembra	Dactylis						Alfalfa					
	PA	sig	R	sig	PA/R	sig	PA	sig	R	sig	PA/R	sig
17-may	<b>985</b>	<b>A</b>	<b>397</b>	<b>A</b>	2,51	A	278	A	<b>139</b>	<b>B</b>	<b>2,04</b>	<b>A</b>
14-jun	<b>321</b>	<b>B</b>	<b>130</b>	<b>B</b>	2,49	A	400	A	<b>250</b>	<b>A</b>	<b>1,59</b>	<b>B</b>

El valor PA refiere a los kg de MS/ha de parte aérea. La primera fecha de siembra produjo más en las gramíneas perennes, especialmente en *Dactylis glomerata*, donde más que triplicó la producción de materia seca de la segunda fecha de siembra.

Esto se explica porque en este experimento las gramíneas fueron más dependientes de la fecha de siembra que las leguminosas.

De la comparación de las gramíneas perennes entre sí, *Dactylis glomerata* más que duplica la producción inicial de *Festuca arundinacea* en la primer fecha de siembra, lo cual coincide con la bibliografía, donde se establece que *Dactylis* tiene un buen vigor inicial (García, 1995). En contrapartida Cowan, citado por Carámbula (2002a) expresa que *Festuca* es de implantación lenta dado que sus plantas son poco vigorosas. Este aporte del *Dactylis glomerata* hace que la mezcla del mismo con *Medicago sativa* produzca 1263 kg MS/ha, siendo mayor este valor que el de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (1098 kg MS/ha).

En lo que respecta a la segunda fecha de siembra, las gramíneas perennes produjeron prácticamente lo mismo, y *Trifolium repens* produjo aún más que en la primer fecha de siembra, lo cual coincide con Carámbula (2002b) quien establece que los tréboles responden mejor a bajas temperaturas y mayor humedad que el resto de las leguminosas. Entonces, la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* dio 906 kg MS/ha, mientras que la otra produjo 721 kg MS/ha.

La producción de raíces fue superior en la primera fecha de siembra para las gramíneas. En cambio, la segunda fecha de siembra produjo más biomasa radicular en trébol blanco y alfalfa. Las condiciones climáticas imperantes que produjeron este crecimiento diferencial de las familias ya fueron explicadas.

En lo que respecta a la relación entre parte aérea y raíz (PA/R), como toda relación, depende de 2 factores, por lo que debe ser relativizada. A su vez, iguales proporciones de PA/R con mayores valores absolutos producen más cantidad de biomasa aérea y radicular. Una mayor biomasa radicular, permite mejores comportamientos frente a eventuales futuras condiciones adversas, que en nuestro país se suelen dar en el verano (Steppler 1965, Biscayart Forrajeras 2011). A su vez, siembras más tempranas

producen mayor biomasa aérea y posibilitan la entrada más temprana de los animales a pastorear (Zanoniani y Noel, 1997) por lo que la primer fecha de siembra es la que está en mejores condiciones de productividad total y sobrevivencia para las gramíneas.

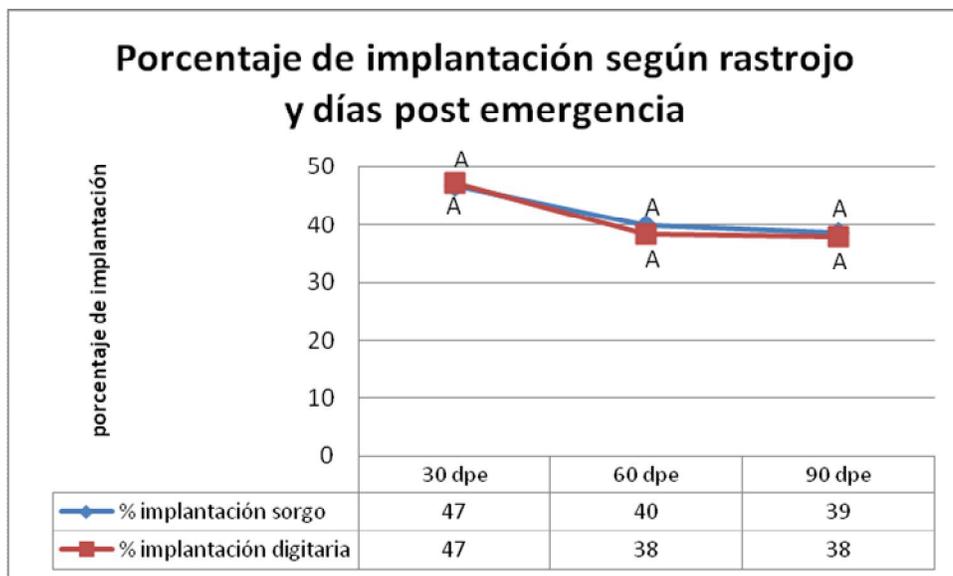
#### 4.4.2. Efecto del rastrojo

A continuación se estudiará el efecto de los rastrojos en las variables medidas. Es así, que para este capítulo no se considerarán efectos de fecha de siembra o mezcla. Es importante tener en cuenta que el rastrojo de sorgo forrajero (sorgo híbrido: *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) era muy pobre, por haber sido un verdeo que sufrió el déficit hídrico estival.

##### 4.4.2.1. Implantación general según rastrojo

Los distintos rastrojos mostraron valores de implantación promedio para todas las especies muy similares, los cuales no difirieron estadísticamente a lo largo del experimento, como se puede apreciar en el gráfico siguiente.

Gráfico No. 9. Porcentaje de implantación según rastrojo y días post emergencia



Según el relevamiento predial realizado por Brito del Pino et al. (2008) el sorgo híbrido y raigrás o avena infestados con *Digitaria sanguinalis* mostraron porcentajes de implantación promedio en torno al 23-28%, por lo que se desprende que los resultados obtenidos en este trabajo fueron buenos. Esta diferencia con el citado trabajo radica en que para el caso de esta tesis los rastrojos provienen de un verano donde los efectos adversos (alta relación C:N en sorgo y alelopátías en ambos) que dejan estos rastrojos no se manifestaron a la hora de implantar las pasturas (Parenti y Rice 1969, Patrick 1971, Triñanes y Uriarte 1984).

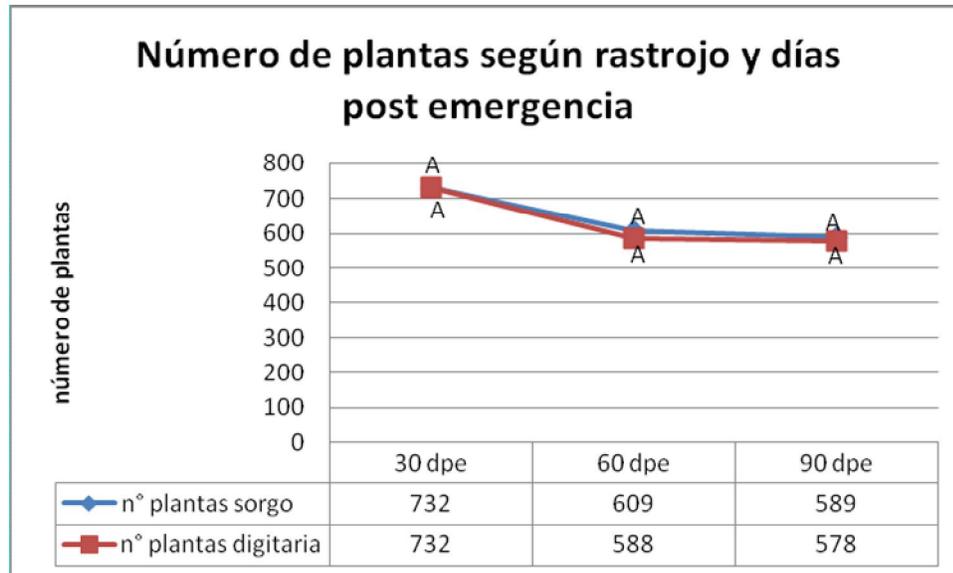
También se le pueden atribuir estos buenos resultados a que las condiciones óptimas para la planta, reducen las interferencias alelopáticas, haciendo que plantas fuertes sean más resistentes (Einhellig, 1996). Como ya se explicó, el presente trabajo se dio en condiciones experimentales, por lo que las condiciones de siembra y la profundidad de la misma fueron las buscadas, mientras que Brito del Pino et al. (2008) trabajaron relevando condiciones comerciales.

Además, estos buenos resultados de implantación en rastrojos “difíciles” pueden haberse debido a que el tiempo de barbecho químico para la descomposición de los restos, acumulación de nutrientes y la descompactación superficial del suelo haya sido suficiente en rastrojos de poco volumen (Ernst y Siri-Prieto, 2008).

#### 4.4.2.2. Número de plantas según rastrojo

El número de plantas por metro cuadrado fue igual estadísticamente para todos los rastrojos a lo largo del experimento tal como se puede observar en el gráfico.

Gráfico No. 10. Número de plantas por m<sup>2</sup> según rastrojo y días post emergencia



Si bien no existieron diferencias en términos relativos entre rastrojos, en términos absolutos, el stand de plantas es adecuado a pesar de ser rastrojos muy perjudiciales para la implantación de pasturas. Trabajos de Formoso (2007a) estudiando distintos tipos de rastrojo dieron como resultado que girasol, soja, maíz, moha y raigrás son mejores que estos dos, e incluso Digitaria puede ser peor que sorgo, hecho que no se manifestó probablemente por la debilidad del efecto rastrojo por tener escasas plantas de Sorgo.

Esto también coincide con Brito del Pino et al. (2008) quienes establecieron que estos rastrojos solamente eran mejores que el de campo natural.

#### 4.4.2.3. Leguminosas estivales

Como se observa en el cuadro que sigue, las leguminosas estivales deprimieron su número de plantas y porcentaje de implantación sobre rastrojo de *Digitaria sanguinalis*. El rastrojo de sorgo fue mejor, lo cual, coincide con lo expresado por Formoso (2007a).

Cuadro No. 11. Plantas de leguminosa estival, porcentaje de implantación y desarrollo según rastrojo y días post emergencia

dpe	rastrojo	plantas leg est	sig	implantación (%) leg est	sig	desarrollo leg est	sig
30 días	sorgo	<b>211</b>	<b>A</b>	<b>48</b>	<b>A</b>	2,51	A
	digitaria	<b>180</b>	<b>B</b>	<b>41</b>	<b>B</b>	2,48	A
60 días	sorgo	179	A	43	A	2,99	A
	digitaria	169	A	39	A	2,99	A
90 días	sorgo	196	A	48	A	3,00	A
	digitaria	182	A	43	A	3,00	A

El comportamiento mejor de las leguminosas estivales sobre rastrojo de Sorgo coincide con Formoso (2007a) quien establece que la Digitaria es un antecesor que da lugar a rendimientos iguales o menores que sorgo para Lotus, siendo el *stand* de plantas no limitante. Analizando por separado *Lotus corniculatus* y *Medicago sativa*, se observó que a los 90 días post emergencia lotus mostró mayor número de plantas y porcentaje de implantación sobre rastrojos de sorgo. Esto se puede deber a que el Lotus es más sensible a la alelopatía que le imprime el pasto blanco.

#### 4.4.2.4. Gramíneas perennes

El siguiente cuadro muestra que el comportamiento de las gramíneas perennes no mostró diferencias significativas entre los rastrojos.

El cuadro muestra el número de plantas y el porcentaje implantación de las gramíneas perennes del experimento.

Cuadro No. 12. Plantas de gramínea perenne y porcentaje de implantación según rastrojo y días post emergencia

dpe	rastrojo	plantas gram	sig	implantación (%) gram	sig
30 días	sorgo	458	A	54	A
	digitaria	496	A	60	A
60 días	sorgo	364	A	45	A
	digitaria	360	A	45	A
90 días	sorgo	318	A	38	A
	digitaria	326	A	40	A

Este comportamiento igual ante los rastrojos coincide con Formoso (2007a) para el caso de *Dactylis glomerata*. Sin embargo, el mismo autor dice que la Festuca debería implantarse mejor sobre Digitaria. Esta superioridad no se expresó probablemente porque los efectos de rastrojo fueron débiles por venir de un verano seco. Se estudiaron por separado ambas gramíneas sin encontrar diferencias de comportamiento frente a los rastrojos entre ellas.

#### 4.4.2.5. Trébol blanco

El siguiente cuadro muestra el comportamiento de Trébol Blanco a lo largo del experimento frente a ambos rastrojos.

Cuadro No. 13. Plantas de trébol blanco, porcentaje de implantación y desarrollo según rastrojo y días post emergencia

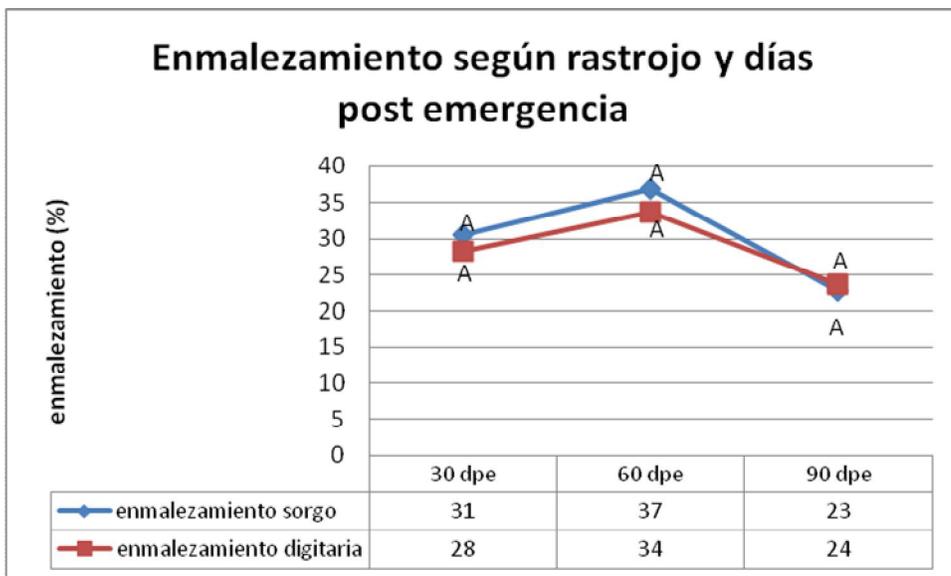
dpe	rastrojo	plantas T. blanco	sig	implantación (%) T. blanco	sig	desarrollo T. blanco	sig
30 días	sorgo	125	A	29	A	<b>2,36</b>	<b>A</b>
	digitaria	113	A	26	A	<b>2,18</b>	<b>B</b>
60 días	sorgo	131	A	30	A	2,97	A
	digitaria	118	A	27	A	3,00	A
90 días	sorgo	151	A	34	A	3,00	A
	digitaria	140	A	32	A	3,00	A

El *Trifolium repens* mostró un desarrollo más avanzado a los 30 días post emergencia en el rastrojo de sorgo. Esto se podría explicar por el hecho de que *Digitaria sanguinalis* libera sustancias alelopáticas que actúan como inhibidores de crecimiento, retardando el desarrollo de las plantas (Parenti y Rice, 1969). Este efecto es mayor en el caso de las leguminosas pero en este caso solamente se manifestó para *Trifolium repens* y a los 30 días post emergencia. A los 60 y 90 días no sólo no existió diferencia entre los rastrojos sino que ambos presentaron mayores valores de implantación y número de plantas de trébol blanco, lo que hace suponer que para las condiciones experimentales que se presentaron en esta tesis, este efecto inhibitorio tendría importancia sólo en períodos cortos de tiempo.

#### 4.4.2.6. Enmalezamiento

En el gráfico No. 11 se puede observar que el enmalezamiento no presentó diferencias según el rastrojo.

Gráfico No. 11. Enmalezamiento según rastrojo y días post emergencia



Si bien no existen diferencias significativas, existe una ínfima tendencia a ser menor el enmalezamiento en rastrojos de *Digitaria sanguinalis*, la cual podría explicarse a partir de la alelopatía de la misma, pero esta tendencia no es estadísticamente significativa.

#### 4.4.2.7. Parte aérea y raíz a los 90 días

*Trifolium repens* fue la única especie del experimento que respondió a los distintos rastrojos. Al igual que había ocurrido con la implantación y el número de plantas, Trébol Blanco tiene mejores performances sobre rastrojos de Sorgo por las razones ya explicadas anteriormente.

Cuadro No. 14. Biomasa aérea y radicular en kg de MS/ha y relación parte aérea/raíz

rastrojo	Festuca				Trébol blanco				Lotus corniculatus									
	PA	sig	R	sig	PA/R	sig	PA	sig	R	sig	PA/R	sig	PA	sig	R	sig	PA/R	sig
sorgo	399	A	190	A	2,17	A	<b>575</b>	<b>A</b>	<b>179</b>	<b>A</b>	3,18	A	113	A	45	A	2,63	A
digitaria	410	A	195	A	2,12	A	<b>427</b>	<b>B</b>	<b>140</b>	<b>B</b>	3,06	A	82	A	39	A	2,18	A

rastrojo	Dactylis				Alfalfa							
	PA	sig	R	sig	PA/R	sig	PA	sig	R	sig	PA/R	sig
sorgo	645	A	256	A	2,48	A	353	A	197	A	1,80	A
digitaria	662	A	272	A	2,53	A	324	A	192	A	1,84	A

Esta mejor performance de *Trifolium repens* lleva a que sobre rastrojo de sorgo la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* produzca 1087 kg MS/ha, 168 kg MS/ha más que los 919 kg MS/ha que produce sobre “pasto blanco”.

Si bien no hay diferencias estadísticas, las gramíneas suelen comportarse mejor en digitaria que en sorgo, y las leguminosas producen más en rastrojos de sorgo que en los de digitaria. Si bien sólo es estadísticamente significativo en Trébol Blanco, las tendencias de las demás especies coinciden con la bibliografía (Formoso, 2007a).

También este comportamiento de las leguminosas coincide con Triñanes y Uriarte (1984) quienes establecen que los sistemas radiculares de los antecesores determinan el desarrollo radicular del cultivo siguiente, por lo que Sorgo descompactaría más la tierra, permitiendo una mejor exploración radicular en sistemas radiculares pivotantes.

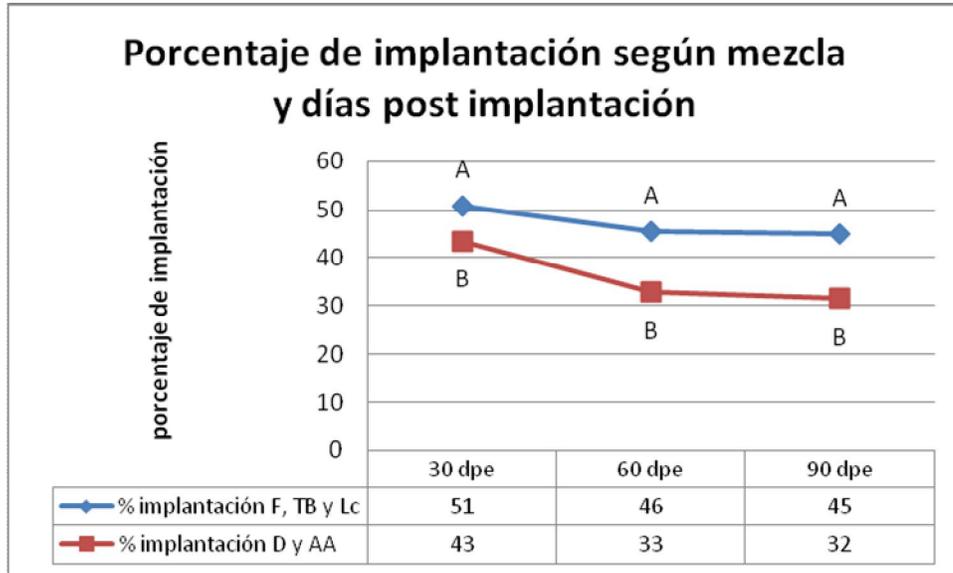
#### 4.4.3. Efecto de la mezcla

Es importante recordar el número de semillas viables sembradas por metro cuadrado, de modo que este influye en los valores de implantación tanto como lo hace el número de plantas. Es así que vale la pena recordar que la mezcla con *Festuca* tenía 1315 semillas viables/m<sup>2</sup>, mientras que la que contenía *Dactylis* presentaba 1838 semillas viables/m<sup>2</sup>.

##### 4.4.3.1. Implantación general según mezcla

Según ilustra el siguiente gráfico se denota una superioridad estadísticamente significativa de la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* sobre la de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* durante todo el experimento.

Gráfico No. 12. Porcentaje de implantación según mezcla y días post emergencia



En el día 30 post emergencia, ya existía una superioridad en implantación de la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* que comenzó de mejor manera. Luego de esa medida se produce una caída general de las implantaciones de las mezclas. Esta bajada, entre el día 30 y 60 post emergencia, fue más abrupta para la mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*. Por su parte, entre el día 60 post emergencia y el día 90 hubo muy poco descenso en la implantación de ambas mezclas, manteniendo la superioridad de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Esta superioridad se le puede adjudicar a que el tamaño de las semillas de *Festuca* era mayor y que en el caso de las semillas de *Lotus* no se tuvo en cuenta las semillas duras que podrían germinar.

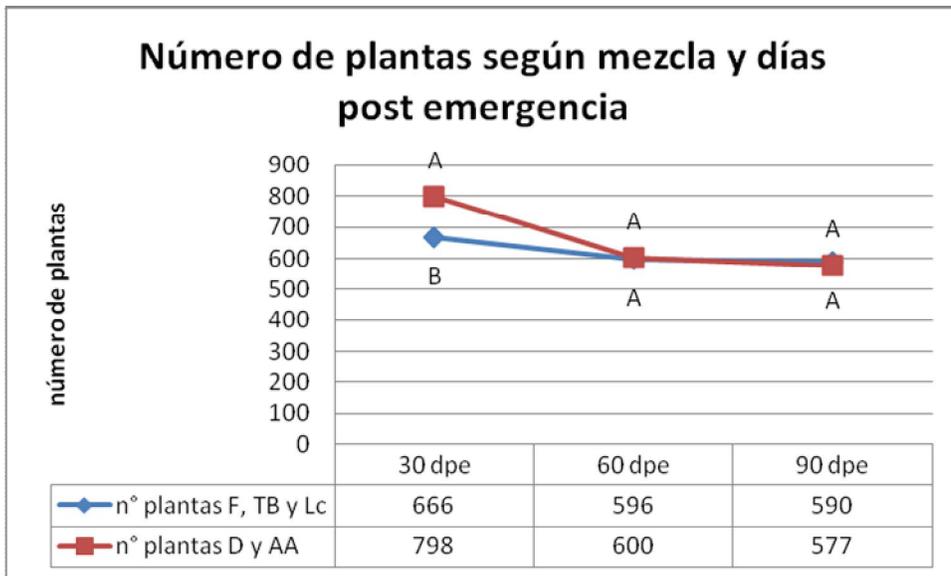
La caída en implantación se explica mayoritariamente por el comportamiento de *Dactylis* como se verá, puesto que pierde 20 puntos porcentuales entre el día 30 y el 90 post emergencia, mientras que alfalfa cae 5. Esto se puede deber a que las gramíneas regulan su densidad de población a través de la competencia en el surco. La muy alta implantación inicial de *Dactylis* (70%) seguramente haya derivado en que varias plantas

hayan muerto por la competencia. Este dato implica que, de contar con un peso de mil semillas, porcentaje de germinación y condiciones de sementera similares a los del presente trabajo, se podría disminuir la densidad de siembra en un 20% aproximadamente.

#### 4.4.3.2. Número de plantas según mezcla

El número de plantas es mayor en la mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* a los 30 días post emergencia, mientras que a los 60 y 90 no difieren estadísticamente.

Gráfico No. 13. Número de plantas por m<sup>2</sup> según mezcla y días post emergencia



Este comportamiento se debe a que la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* perdió menos plantas que la de *Dactylis* y Alfalfa en el correr del experimento. Lo cual se debe seguramente a la competencia en la línea de *Dactylis*.

A su vez, si bien el número de plantas fue similar entre las mezclas, como se vio en el gráfico anterior a este, la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* tiene una implantación superior durante todo el experimento. Esto se debe a que, si bien el número de plantas varía poco entre mezclas, la cantidad de semillas viables sembradas por metro fue de 1315 semillas viables/m<sup>2</sup> (promedio de las dos fechas de siembra) para la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, y de 1838 semillas viables/m<sup>2</sup> en la mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*.

Es importante notar que el *stand* de plantas alcanzado para cada mezcla se considera excelente para el logro de una adecuada implantación y producción de las pasturas (Zanoniani et al., 2011).

#### 4.4.3.3. Leguminosas estivales

En el cuadro siguiente se observan los valores de número de plantas, porcentaje de implantación y desarrollo de las leguminosas estivales. Estas son, el *Lotus corniculatus* en la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, y la alfalfa en la mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*.

Cuadro No. 15. Plantas de leguminosa estival por m<sup>2</sup>, porcentaje de implantación y desarrollo según mezcla y días post emergencia

dpe	mezcla	plantas leg est	sig	implantación (%) leg est	sig	desarrollo leg est	sig
30 días	F TB Lt	<b>140</b>	<b>B</b>	48	A	<b>2,30</b>	<b>B</b>
	D AA	<b>251</b>	<b>A</b>	42	A	<b>2,69</b>	<b>A</b>
60 días	F TB Lt	<b>132</b>	<b>B</b>	<b>45</b>	<b>A</b>	2,98	A
	D AA	<b>217</b>	<b>A</b>	<b>37</b>	<b>B</b>	3,00	A
90 días	F TB Lt	<b>159</b>	<b>B</b>	<b>55</b>	<b>A</b>	3,00	A
	D AA	<b>219</b>	<b>A</b>	<b>37</b>	<b>B</b>	3,00	A

El número de plantas de *Medicago sativa* fue superior al de plantas de *Lotus corniculatus* a lo largo de todo el experimento, lo cual se puede explicar a partir de que el número de semillas viables/m<sup>2</sup> sembrado fue de 588 para alfalfa y de 292 para lotus, promedio de las dos fechas de siembra.

Por su parte, la implantación de lotus tendió a ser superior a los 30 días y fue superior a los 60 y 90 días post emergencia. Si bien existió esta superioridad en implantación, nunca dio como para igualar el número de plantas de alfalfa, por lo que se considera que varias de las semillas duras de Lotus germinaron, determinando tandas de germinación que hicieron que aumentara el porcentaje de implantación en Lotus (Carámbula, 1977).

Finalmente, cabe mencionar que el desarrollo de la alfalfa era mayor a los 30 días post emergencia que el del lotus, hecho que se le puede atribuir a su mayor vigor inicial.

#### 4.4.3.4. Gramíneas perennes

Al igual que ocurrió con las leguminosas estivales, el número de semillas viables por unidad de superficie fue un 113% mayor en *Dactylis glomerata* que en *Festuca arundinacea* (1250 semillas viables de *Dactylis*/m<sup>2</sup>, contra 585 de *Festuca*).

Cuadro No. 16. Plantas de gramínea perenne por m<sup>2</sup> y porcentaje de implantación según mezcla y días post emergencia

dpe	mezcla	plantas gram	sig	implantación (%) gram	sig
30 días	F TB Lt	407	B	70	A
	D AA	547	A	44	B
60 días	F TB Lt	340	B	59	A
	D AA	384	A	31	B
90 días	F TB Lt	286	B	50	A
	D AA	358	A	29	B

Se observa que el número de plantas fue mayor para el “pasto ovillo”, y la implantación fue mayor en Festuca, dando para compensar un poco el número de plantas a los 90 días. Este comportamiento diferencial se debió al mayor vigor de la semilla de Festuca por ser más grande; además, como ya se explicó, la población de *Dactylis* resultó supra óptima.

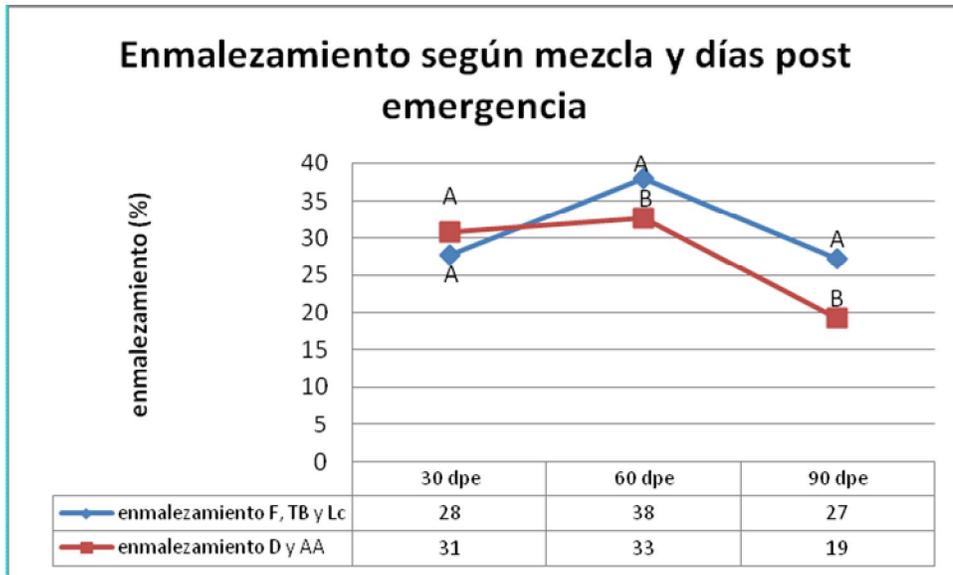
Es muy importante destacar que los números de plantas de gramíneas perennes son muy buenos, puesto que, si se pierden la mitad de las plantas durante el primer verano de vida de la pastura, se contará con 140 a 180 plantas por m<sup>2</sup>, población hasta un poco superior a la óptima, que la planta compensará reduciendo su macollaje a 6 o 7 de modo de lograr unos 1000 macollos por m<sup>2</sup>, que permiten una buena producción de la pastura en su segundo año de vida<sup>2</sup>.

#### 4.4.3.5. Enmalezamiento

Los valores de enmalezamiento en cobertura que ilustra el gráfico, muestran que a los 60 y 90 días post emergencia las malezas eran menores en la mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*.

<sup>2</sup> Boggiano, P. 2011. Com. personal.

Gráfico No. 14. Enmalezamiento según mezcla y días post emergencia



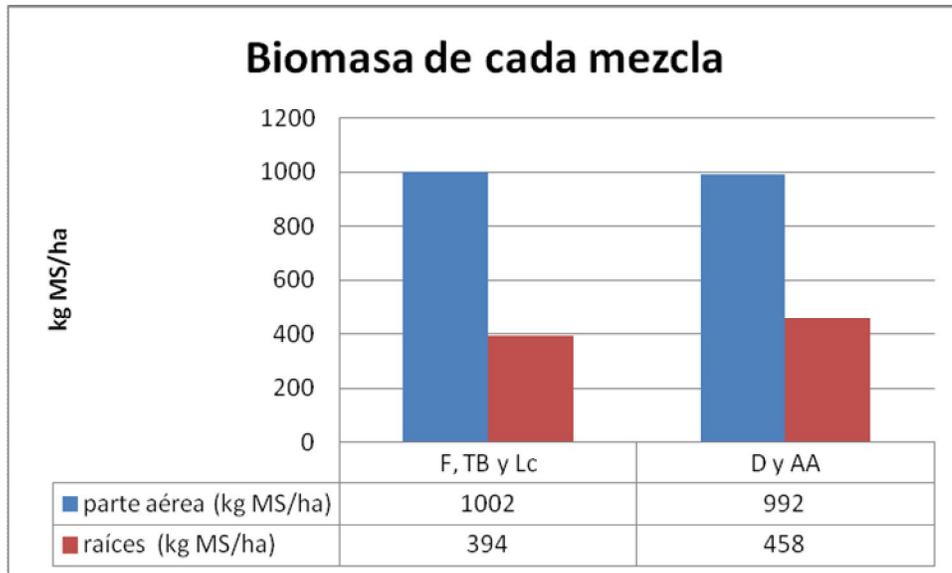
Ello se le puede atribuir al mayor número de plantas existente en esta mezcla y al mayor vigor inicial de la mezcla. También, ambas especies compiten mejor con las malezas, comparando con la otra mezcla, lo cual es coincidente con García (1995), Carámbula (2002a).

El enmalezamiento a los 60 días era alto, por lo cual se aplicaron herbicidas selectivos que lograron controlar las malezas, por lo que desde el día 60 post emergencia, hasta los 90 días el enmalezamiento desciende para ambas mezclas.

#### 4.4.3.6. Parte aérea y raíz en cada mezcla a los 90 días

A continuación se analizará la biomasa aérea y radicular de las mezclas y su relación promedio para todo el experimento, sin tener en cuenta efectos de fecha de siembra, ni de rastrojo.

Gráfico No. 15. Biomasa aérea y radicular de cada mezcla a los 90 días

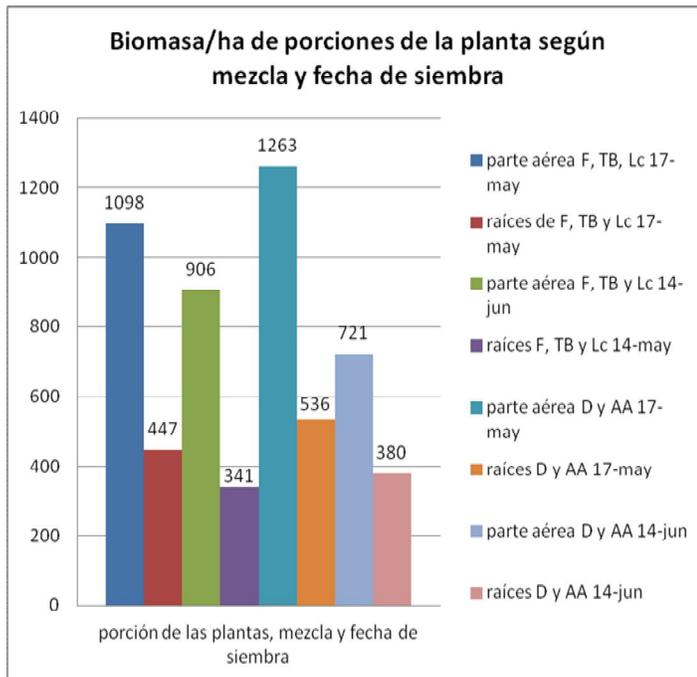


En el gráfico se observa que la producción de materia seca es muy similar para ambas mezclas, sin embargo, la mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, produce más biomasa radicular y tiene una relación parte aérea/raíz de 2,17, más favorable a la producción radicular que la relación de 2,54 que tiene la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Este comportamiento seguramente determine una mayor persistencia vegetativa de la pastura, apoyada en una buena supervivencia estival.

#### 4.4.3.7. Relación entre mezcla y fecha de siembra

En el siguiente gráfico se observa el efecto combinado de mezclas utilizadas y fechas de siembra. La mayor producción de parte aérea y de raíz, la alcanzan las siembras de mayo, y dentro de las mismas la mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* es superior a *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

Gráfico No. 16. Biomasa aérea y radicular de cada mezcla según fecha de siembra a los 90 días



Sin embargo el comportamiento de las mezclas no se repite para la siembra de junio, en la que la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* obtiene la mayor producción aérea de materia seca/ha, mientras que “pasto azul” y alfalfa logran más biomasa radicular.

Se puede establecer que la mezcla con *Dactylis* es más sensible a la fecha de siembra, mientras que la de *Festuca* es más estable, hecho que se le puede adjudicar a la plasticidad que le otorga a esta última mezcla tener una especie más, así como a la sensibilidad de la Alfalfa cuando se la intenta implantar al voleo.

En lo que respecta a la relación existente entre parte aérea y raíz, la mejor la tiene la mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* en la segunda fecha de siembra, siendo su valor de 1,9. En contraposición, la peor relación la tiene la mezcla que contiene *Festuca* en la primera fecha de siembra, siendo 2,66. Es importante notar que la

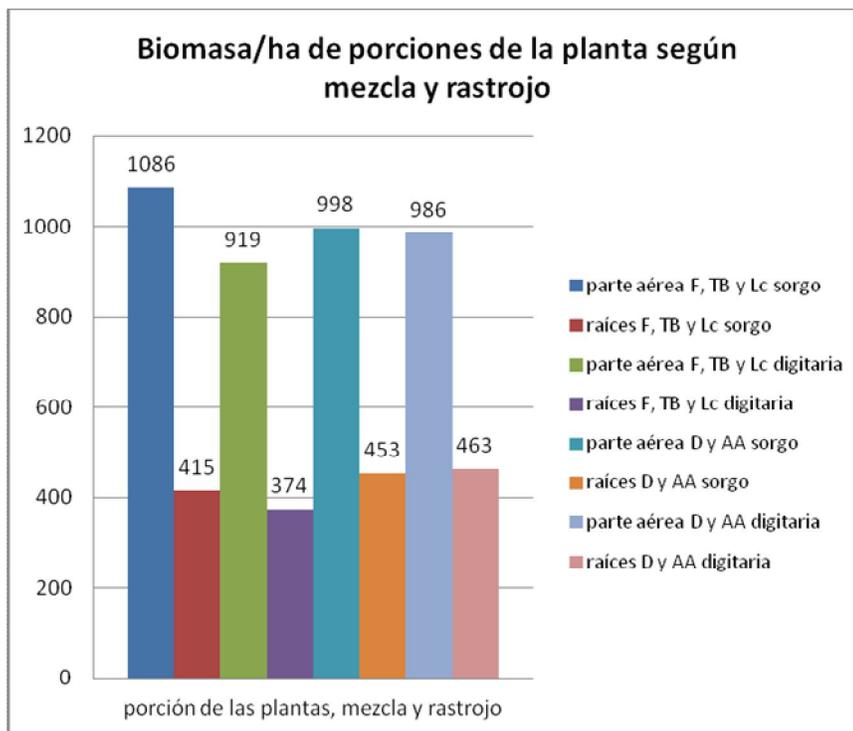
mezcla con festuca siempre tiene mayor relación parte aérea/raíz que la que contiene “pasto ovillo”, seguramente influenciado por el pobre enraizamiento de los tréboles blancos y la buena producción de raíces de la alfalfa.

Si bien la relación entre las porciones de la planta es un buen indicador de posible reacción frente a períodos de déficit hídrico, la biomasa radicular total explica gran parte de esa respuesta, siendo para ambas mezclas mayor la producción de raíces en la primera fecha de siembra. Esto coincide con Carámbula (2002b), Biscayart (2011) quienes establecen que siembras tempranas desarrollan mayores volúmenes radiculares.

#### 4.4.3.8. Relación entre mezcla y rastrojo

Como se puede apreciar en el siguiente gráfico, y como ya fuese explicado, existen pocas diferencias entre rastrojos, mezclas y producción.

Gráfico No. 17. Biomasa aérea y radicular de cada mezcla según rastrojo a los 90 días

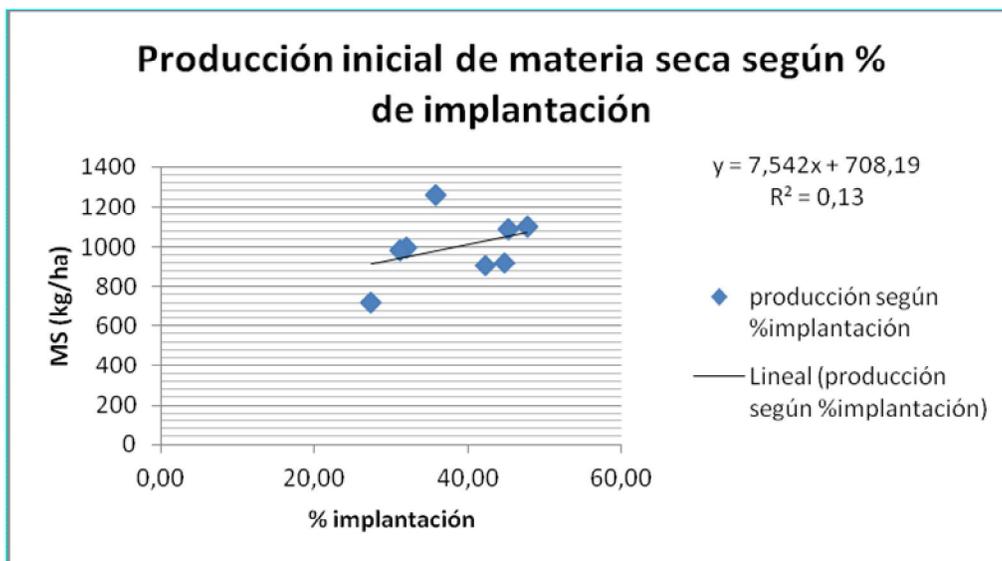


No existe superioridad del rastrojo de sorgo, frente al de Digitaria para las mezclas del experimento. Esto se puede explicar porque los rastrojos no influyeron demasiado en el presente trabajo.

#### 4.4.4. Relación entre producción inicial, porcentaje de implantación y número de plantas a los 90 días

Se utilizaron las producciones iniciales de las mezclas para los distintos rastrojos y las diferentes fechas de siembra y sus respectivos porcentajes de implantación y densidad de plantas/m<sup>2</sup>. Con esa información se compararon algunas de las variables medidas para estudiar su eventual relación.

Gráfico No. 18. Relación entre producción de materia seca a los 90 días e implantación (%) a los 90 días

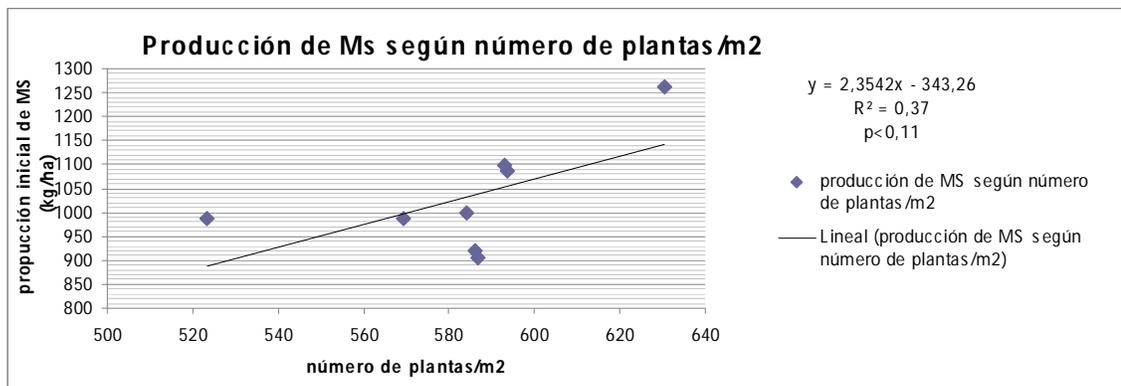


La relación entre la producción inicial y la implantación a los 90 días no fue significativa. Esto implica que el porcentaje de implantación no necesariamente implica una alta producción inicial. Esto permite inferir que hay otras variables que están explicando la producción inicial, como podrían ser la temperatura, la disponibilidad

hídrica, el enmalezamiento, la fertilidad del suelo, o, las condiciones de la cama de siembra.

El siguiente gráfico muestra la relación entre producción inicial y número de plantas a los 90 días.

Gráfico No. 19. Relación entre producción de materia seca a los 90 días y número de plantas/m<sup>2</sup> a los 90 días



La relación entre producción inicial de materia seca por hectárea y el número de plantas en el m<sup>2</sup>, es mayor que la existente entre la producción inicial de materia seca y el porcentaje de implantación. De esto surge el número de plantas/m<sup>2</sup> como un mejor indicador de la producción inicial de la pastura, siendo su R<sup>2</sup> de 0,37 aún bajo. De todos modos, la ecuación de regresión lineal indica que por cada planta/m<sup>2</sup> más que haya, la producción de materia seca por hectárea aumentará en 2,35 kg/ha.

## 5. CONCLUSIONES

La implantación general del experimento a los 90 días fue de 38% lo cual es superior a la que se suele obtener en condiciones comerciales. Estos buenos resultados se pueden deber a que existió un minucioso control de la profundidad de siembra de las gramíneas. A su vez, cabe destacar que, las condiciones de humedad el día de la siembra eran prácticamente óptimas, permitiendo un buen trabajo de los trenes de siembra.

La primera fecha de siembra fue mejor para la implantación general del experimento, el número de plantas y desarrollo de las leguminosas en general. A su vez presentó menores valores de enmalezamiento al comienzo del período, mayor producción de materia seca y mayor crecimiento radicular, lo cual determina necesario la recomendación de fechas de siembra tempranas.

Si se desglosa por especie, Trébol Blanco produjo más biomasa aérea en la fecha de siembra del 14 de junio, mientras que el resto de las especies siguieron la tendencia general ya descrita, por lo que se puede considerar más independiente de la fecha de siembra. Por su parte Alfalfa y Trébol Blanco, a diferencia de las demás especies, produjeron mayor biomasa radicular en la segunda fecha de siembra. Estos comportamientos diferentes se deben al régimen hídrico muy favorable para la segunda fecha de siembra. Las gramíneas fueron las que más respondieron a la fecha de siembra, disminuyendo entre 15 y 20 puntos porcentuales entre los 30 y 90 días post emergencia.

Los rastrojos mostraron muy pocas diferencias en este experimento, siendo ambos rastrojos complicados según la bibliografía. Las gramíneas no mostraron respuesta al rastrojo, mientras que las leguminosas se comportaron mejor en el rastrojo de Sorgo, hecho que se podría explicar por la alelopatía de *Digitaria* y la descompactación que ejerce Sorgo en el suelo.

En lo que respecta a las mezclas del experimento, la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* tuvo menor número de plantas y

mayor porcentaje de implantación que la de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*. Esto se debe a que el número de semillas viables fue excesivo en esta segunda mezcla, especialmente para *Dactylis*, en el cual cayó mucho el porcentaje de implantación entre los 30 y 90 días post implantación, seguramente por la competencia en la fila y por el alto vigor inicial de la Alfalfa. Este vigor también determinó un menor enmalezamiento en la mezcla con *Dactylis*.

En cada una de los distintos tratamientos se logró un *stand* de plantas adecuado para expresar el potencial de producción de las pasturas, por lo cual sería recomendable estudiar diferentes formas de disminuir la competencia en la línea en gramíneas, como por ejemplo menores densidades de siembra y/o espaciamiento.

Si se compara la producción de las mezclas en las dos fechas de siembra se puede establecer que la mezcla con *Dactylis* es más sensible, mientras que la de *Festuca* es más estable, hecho que se le puede adjudicar a la plasticidad que le otorga a esta última mezcla tener una especie compatible más y al aporte que hizo Trébol Blanco en la segunda fecha de siembra.

Es importante destacar que estos son datos de un año particular, por lo que sería necesario repetir experimentos de este tipo para que estas conclusiones cobren mayor validez.

## 5.1. CONSIDERACIONES FINALES

La implantación de pasturas es clave para que las mismas produzcan y persistan por varios años, por lo que fallas en esta etapa se arrastran durante todo el período productivo. La planificación a la hora de implantar una pastura surge como crucial para obtener buenos resultados por permitir establecer cuáles serán los mejores antecesores, tiempos de barbecho, fechas de siembra y mezclas a implantar en cada caso. Estas son tecnologías de proceso y no tienen costo, y en ellas descansa la gran parte del éxito en la producción de pasturas.

Una pastura que logra el número óptimo de plantas por unidad de superficie lo antes posible, consigue producir más biomasa aérea incrementando la productividad de la pastura en el primer año y la del sistema en momentos de déficit. Además, buenos establecimientos tempranos aseguran llegar al verano con plantas bien preparadas por poseer mayor biomasa radicular.

Como consideración final, surge como relevante atender a la importancia que implica dominar estas medidas de manejo y pensarlas para cada sistema de producción. Estos elementos deben considerarse de modo de establecer rotaciones sustentables donde las pasturas perennes, que son la fase más larga de la secuencia, tengan condiciones favorables para una correcta implantación.

## 6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la implantación sobre dos rastrojos: *Digitaria sanguinalis* y *Sorghum* híbrido; en dos fechas de siembra: 17 de mayo y 14 de junio; de dos mezclas forrajeras: *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*; *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. El experimento se llevó a cabo a 32°23'27.71" de latitud Sur y 58°03'41.76" de longitud Oeste sobre Argiduales típicos, encontrándose Natrudoles como suelos asociados. El trabajo se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay); durante el período comprendido entre el 17 de mayo de 2011 y el 29 de septiembre de 2011. La implantación general del experimento a los 90 días fue de 38%. La primera fecha de siembra fue mejor para la implantación general del experimento, el número de plantas y desarrollo de las leguminosas en general. A su vez presentó menores valores de enmalezamiento al comienzo del período, mayor producción de materia seca y mayor crecimiento radicular. Por su parte Alfalfa y Trébol Blanco, a diferencia de las demás especies, produjeron mayor biomasa radicular en la segunda fecha de siembra. Estos comportamientos diferentes se deben al régimen hídrico muy favorable para la segunda fecha de siembra. Las gramíneas fueron las que más respondieron a la fecha de siembra, disminuyendo entre 15 y 20 puntos porcentuales entre los 30 y 90 días post emergencia. En cada una de los distintos tratamientos se logró un *stand* de plantas adecuado para expresar el potencial de producción de las pasturas. Los rastrojos mostraron muy pocas diferencias en este experimento. Las gramíneas no mostraron respuesta al rastrojo, mientras que las leguminosas se comportaron mejor en el rastrojo de Sorgo, hecho que se podría explicar por la alelopatía de *Digitaria* y la descompactación que ejerce Sorgo en el suelo. En lo que respecta a las mezclas del experimento, la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* tuvo menor número de plantas y mayor porcentaje de implantación que la de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*. Esto se debe a que el número de semillas viables fue excesivo en esta segunda mezcla, especialmente para

Dactylis, en el cual disminuyó mucho el porcentaje de implantación entre los 30 y 90 días post implantación, seguramente por la competencia en la fila y por el alto vigor inicial de la Alfalfa. Este vigor también determinó un menor enmalezamiento en la mezcla con Dactylis. Si se compara la producción de las mezclas en las dos fechas de siembra se puede establecer que la mezcla con Dactylis es más sensible, mientras que la de Festuca es más estable, hecho que se le puede adjudicar a la plasticidad que le otorga a esta última mezcla tener una especie compatible más y al aporte que hizo Trébol Blanco en la segunda fecha de siembra.

Palabras clave: Implantación; Producción inicial; Época de siembra; Rastrojo; Mezcla forrajera.

## 7. SUMMARY

The aim of this study was to evaluate establishment and initial production of two stubbles: *Digitaria sanguinalis* and hybrid *Sorghum*; in two planting dates: May, 17<sup>th</sup> and June, 14<sup>th</sup>; of two forage mixtures *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa*; *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*. The experiment took place in 32°23'27.71" S, 58°03'41.76" W over Argiduolls typical soils, with Natrudolls associated. This place is the Experimental Station Dr. Mario A. Cassinoni (Agronomy Faculty, University of the Republic; Paysandú, Uruguay); during the period in between May, 17<sup>th</sup> and September, 29<sup>th</sup>. The general establishment of the experiment 90 days after emergence was 38%. The first planting date resulted to be better for general establishment, number of plants and *Leguminosae* general development. Moreover, it presented lower levels of weeds, more production of dry matter and more root growing. On the other hand, Alfalfa and White clover produced more roots dry matter in the second planting date. This different behaviour was originated by good hydric conditions in the second planting date. Grasses were the family which responded mostly to the planting date, decreasing 15 to 20 percentage points between 30 and 90 days post emergence. All treatments reached an adequate *stand* of plants to express potential yield production. Stubbles showed very little differences in this experiment, while *Leguminosae* had better performance after hybrid *Sorghum*, this fact could be explained by *Digitaria*'s allelopathy and the decompaction that *Sorghum* does. Forage mixtures with *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus* less number of plants and more establishment than the ones with *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa*. This is because the number of viable seeds was excessive for the second mixture, especially for *Dactylis*, in which the percentage of establishment decreased greatly between 30 and 90 days post emergence, surely due to competition in the row al alfalfa's initial force. This initial force determinate a lower presence of weeds in this mixture. If both mixtures are contrasted in both planting dates, mixtures with *Dactylis* are more variable, while the ones with tall fescue are more stable. This can be explained be the

plasticity given to this mixture for having one more species and the input of White clover in the second planting date.

Key words: Establishment; Initial production; Planting date; Stubble; Forage mixture.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. ACLE, J.; CLEMENT, M. 2004. Características de la implantación y vigor de gramíneas y leguminosas perennes integrantes de mezclas forrajeras y estudio de la población de unidades morfológicas en el otoño del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 102 p.
2. ALBANELL, E.; LAGE, M. 2003. Implantación y producción de especies forrajeras en siembra directa y convencional sobre rastrojos de sorgo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 76 p.
3. ALTIER, N. 1996 Impacto en las enfermedades en la producción de pasturas. In: Risso, D.F.; Berretta, E.J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 47-56 (Serie Técnica no. 80).
4. AMÉNDOLA, L.; ARMENTANO, S. 2003. Implantación y producción de forrajes sobre rastrojos de cultivos de verano en sistemas de siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
5. ASKIN, D.C. 1990. Pasture establishment. In: Langer, R. H. M. eds. Pastures; their ecology and management. Auckland, Oxford University Press. pp. 132-157.
6. AYALA, W.; BEMHAJA, M.; DOCANTO, J.; GARCIA, J.; OLMOS, F.; REAL, D.; REBUFFO, M.; REYNO, R.; SILVA, J.; COTRO, B.; ROSSI, C. 2010. Forrajeras. Catalogo de cultivares 2010. Montevideo, INIA. 131 p.
7. BALL, D.M.; HOVELAND, C.S.; LACEFIELD, G.D. 1991. Southern forages. Atlanta, Georgia, USA, Williams Printing Company. 256 p.
8. BISCAYART FORRAJERAS. 2011. 10 recomendaciones del INTA; implantación de pasturas en suelos no agrícolas. (en línea). Buenos Aires, INTA. 3 p. Consultado oct. 2011. Disponible en <http://www.biscayart.com.ar/images/itpast01.pdf>

9. BLASER, R. E.; TAYLOR, T.; GRIFFETH, W.; SKRDLA, W. 1956. Seedling competition in establishing forage plants. *Advances in Agronomy*. 4: 179- 216.
10. BREAZU, I; BALAN, M; OPREA, G; CHIPER, C. 2006. The impact of white clover and birdsfoot trefoil in simple mixtures with tall fescue. In: General Meeting of the European Grassland Federation (21<sup>st</sup>., 2006, Badajoz, Spain). *Proceedings. Grassland Science in Europe*. 11: 405- 407.
11. BRITO DEL PINO, G.; COLELLA, A.; CROSTA, D.; MORALES, C.J. 2008. Relevamiento de implantación de pasturas con gramíneas perennes en Basamento Cristalino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 125 p.
12. CARAMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
13. \_\_\_\_\_. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Montevideo, Hemisferio Sur. 518 p.
14. \_\_\_\_\_. 1985. Implantación de praderas. Montevideo, Facultad de Agronomía. 10 p.
15. \_\_\_\_\_.; TERRA, J. 2000. Las sequías; antes, durante y después. Treinta y Tres, INIA. 134 p. (Boletín de Divulgación no. 74).
16. \_\_\_\_\_. 2002<sup>a</sup>. Pasturas y forrajeras; potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
17. \_\_\_\_\_. 2002<sup>b</sup>. Pasturas y forrajeras; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 2, 371 p.
18. CHUNG, I. M.; MILLER, D. 1995. Allelopathic influence of nine forage grass extracts on germination and seedling growth of alfalfa. *Agronomy Journal*. 87: 767-772.
19. EINHELLIG, F. A. 1996. Interactions involving allelopathy in cropping systems. *Agronomy Journal*. 88: 886-893.
20. ERNST, O.; SIRI-PRIETO, G. 2008. Sistemas de laboreo y rotación de cultivos en Uruguay; resumen de resultados. *Cangüé*. no. 30: 2-8.

21. FARIÑA, M. F.; SARAVIA, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrageras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
22. FOGLINO, F.; FERNANDEZ, J. 2009. Efecto del periodo de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, trébol blanco, lotus corniculatus y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 78 p.
23. FORMOSO, F. 1993. Lotus Corniculatus. I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. La Estanzuela, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).
24. \_\_\_\_\_. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
25. \_\_\_\_\_. 2007a. Avances en la siembra directa de pasturas. Montevideo, INIA. 150 p. (Serie Técnica no. 161).
26. \_\_\_\_\_. 2007b. Conceptos sobre implantación de pasturas. In: Jornada de Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 19-39 (Actividades de Difusión no. 483).
27. GARCÍA, J.; REBUFFO, M.; FORMOSO, F. 1991. Las forrajeras de La Estanzuela. La Estanzuela, INIA. 15 p. (Boletín de Divulgación no. 7).
28. GARCIA, J. 1995. Dactylis glomerata LE Oberon. La Estanzuela, INIA. 50 p. (Boletín de Divulgación no. 49)
29. \_\_\_\_\_. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. La Estanzuela, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133)
30. GUENZI, W. D.; McCALLA, T. M.; NORSTADT, F. A. 1967. Presence and persistence of phytotoxic substance in wheat, oat, corn, and sorghum residues. *Agronomy Journal*. 59: 163-165.
31. HALL, M.; VOUGH, L. 2007. Forage establishment and renovation. In: Barnes, R.; Neslon, C.; Moor, K.; Collins, M. eds. Forages; the science

of grassland agriculture. Ames, Iowa, Blackwell Publishing Professional. v.2, pp. 343-354.

32. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE). 2010. Catálogo. (en línea). Montevideo. Consultado sept. 2011. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/publicacionforraj2010.pdf](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/publicacionforraj2010.pdf).
33. JANKOWSCA, J; CIEPIELA, G; KOLCZAREK, R; JANKOWSKI, K. 2007. The root creative role of the cultivation of orchard grass and its mixtures with legumes. *Grassland Ecology*. 7: 272- 274.
34. LANGER, H. L. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
35. MILLER, D.; STRITZKE, J. 1995. Forage establishment and weed management. *In*: Barnes, R.; Miller, D.; Nelson, C. eds. Forages; an introduction to grassland agriculture. Ames, Iowa, Iowa State University Press. v.1, pp. 89-104.
36. MINSON, D. J.; MILFORD, R. 1967. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature Pangola grass (*Digitaria decumbens*). *Australian Journal of Experimental Agricultural Animal Husbandry*. 7: 546-551.
37. MORON, A. 2000. Manejo agronómico de la alfalfa; fertilidad de suelos y estado nutricional. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 37-52 (Boletín de Divulgación no. 69).
38. \_\_\_\_\_. 2001. El rol de los rastrojos en la fertilidad del suelo. *In*: Díaz Rosselló, R. ed. Siembra directa en el Cono Sur. Montevideo, Uruguay, PROCISUR. pp. 387- 406.
39. OTONDO, J; CICCHINO, M; CALVETTY, M. 2009. Mezclas base alfalfa en un sistema de invernada de la Cuenca del Salado. (en línea). INTA EEA Cuenca del Salado. INTA. 6 p. Consultado ago. 2011. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/cuenca/info/documentos/pasturas/Alfalfa.pdf>

40. PARENTI, R.; RICE, E. 1969. Inhibitional effects of *Digitaria sanguinalis* and possible role in old-field succession. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 96 (1): 70-78.
41. PATRICK, Z. A. 1971. Phytotoxic substances associated with the composition in soil of plant residues. *Soil Science*. 111: 13-18.
42. REBUFFO, M. 2001. Implantación. In: Rebuffo, M.; Risso, D.; Restaino, E. eds. *Tecnología en alfalfa*. Montevideo, INIA. pp. 29- 36 (Boletín de Divulgación no. 69).
43. RIMIERI, P. 2009. Presentación en Bolívar nuevo cultivar Brava INTA. (en línea). INTA Pergamino, INTA. 3 p. Consultado jul. 2011. Disponible en [http://www.inta.gov.ar/pergamino/actividad/aer/2009/jorboli\\_092110.htm](http://www.inta.gov.ar/pergamino/actividad/aer/2009/jorboli_092110.htm).
44. RIOS, A. 2007. Manejo de malezas en pasturas. In: Jornada de Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela). *Memorias*. Montevideo, INIA. pp. 39-50 (Actividades de Difusión no. 483).
45. ROMERO, L. 2001. Para lograr lo que queremos al sembrar. (en línea). Rafaela, INTA. 3 p. Consultado oct. 2011. Disponible en <http://rafaela.inta.gov.ar/revistas/pxx10201.htm>
46. SEMINARIO DE ACTUALIZACIÓN TÉCNICA (2004, Treinta y Tres) .2004. Fertilización fosfatada de pasturas en la región Este. Treinta y Tres, INIA. 132 p. (Actividades de Difusión no. 356).
47. STEPPLER, H. A.; KNUTTI, H. J.; HARGREAVES, G. 1965 The establishment of the sward seeded pastures. In: International Grassland Congress (9<sup>th</sup>., 1965, San Pablo). *Proceedings*. s.n.t. pp. 273-278.
48. TRIÑANES, E.; URIARTE, C. 1984. Efecto residual del rastrojo de girasol, maíz, soja y sorgo en el crecimiento y producción de trigo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 112 p.
49. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMÍA. 2011. Estación Meteorológica Automática; resumen climatológico del año actual. (en línea). Paysandú. 8 p. Consultado oct. 2011. Disponible en

[http://www.eemac.edu.uy/estacion\\_meteorologica\\_automatica/NOAAYR.TXT](http://www.eemac.edu.uy/estacion_meteorologica_automatica/NOAAYR.TXT)

50. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1979. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; descripción de suelos. Montevideo. t.3, 452 p.
51. \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA. 2011. Estadísticas climatológicas Paysandú. (en línea). Montevideo. Consultado oct. 2011. Disponible en <http://www.meteorologia.gub.uy/index.php/estadisticas-climaticas>.
52. VIGLIZZO, E. F. 1995. El rol de la alfalfa en los sistemas de producción. In: La alfalfa en Argentina. Balcarce, INTA. Subprograma de Alfalfa. pp. 259-272.
53. ZANONIANI, R.; NOELL, S. 1997. Verdeos de invierno; condicionantes de manejo de un buen verdeo. (en línea). Young, Río Negro, Instituto Plan Agropecuario y Sociedad Rural de Río Negro. 5 p. Consultado set. 2011. Disponible en <http://www.planagro.com.uy/publicaciones/uedy/Publica/Cart2/Cart2.htm>
54. \_\_\_\_\_.; ZIBIL, S.; ERNST, O.; CHILIBROSTE, P. 2003. Manejo del pastoreo y producción de forraje: resultados del monitoreo durante el año 2003. In: CONAPROLE. Área de producción lechera y RR. CC. PROYECTO: “Interacción Alimentación – Reproducción”. cap. 3, pp. 25-34.
55. \_\_\_\_\_.; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del genero Lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25: pp 5-11.
56. \_\_\_\_\_. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, Brecha tecnológica. In: Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal (14º., 2010, Montevideo). Trabajos presentados. Agrocienza. 3: 26-30.
57. \_\_\_\_\_.; BOGGIANO. P.; GOMES DE FREITAS, S.; KLAASSEN, A. 2011. Efecto de fecha de siembra y tipo de barbecho en producción

inicial de mezclas con festuca y dactylis potrero 32b. In: Jornada Anual de Pasturas (2011, Paysandú). Producción de carne a pasto. Paysandú, casa editora. s.e. s.p.

58. ZUO, Y.; DU, Z.; ZHU, Y.; ZHOU, X. 2010. Effects of mixture sowing on forage yield and interespecific competition of Alfalfa and Orchard Grass. *Animal Husbandry and Feed Science*. 2: 39-41.

## 9. ANEXOS

### Análisis de la varianza

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
pl Leg est 16 0,65 0,12 26,76

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

(Error)

Modelo 28133,56 9 3125,95 1,22 0,4175

Bloque 2525,06 1 2525,06 0,99 0,3587

Rastrojo 798,06 1 798,06 8,40 0,2116

(Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 95,06 1 95,06 0,04 0,8535

Fecha de siembra 2232,56 1 2232,56 0,87 0,3861

Mezcla 14340,06 1 14340,06 5,61 0,0556

Fecha de siembra\*Rastrojo 351,56 1 351,56 0,14 0,7235

Fecha de siembra\*Mezcla 6930,56 1 6930,56 2,71 0,1508

Rastrojo\*Mezcla 612,56 1 612,56 0,24 0,6419

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 248,06 1 248,06 0,10 0,7660

Error 15339,38 6 2556,56

Total 43472,94 15

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=49,12598**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Bloque Medias n

2,00 176,38 8 A

1,00 201,50 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=30,77954**

*Error: 95,0625 gl: 1*

Rastrojo Medias n

Digitaria 181,88 8 A

Sorgo 196,00 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=69,47463**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Digitaria 171,75 4 A

2,00 Sorgo 181,00 4 A

1,00 Digitaria 192,00 4 A

1,00 Sorgo 211,00 4 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=49,12598**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Fecha de siembra Medias n

17-may 177,13 8 A

14-jun 200,75 8 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=49,12598**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Mezcla Medias n

F TB L 159,00 8 A

D AA 218,88 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=69,47463**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

17-may Digitaria 174,75 4 A

17-may Sorgo 179,50 4 A

14-jun Digitaria 189,00 4 A

14-jun Sorgo 212,50 4 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=69,47463**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Fecha de siembra Mezcla Medias n

14-jun F TB L 150,00 4 A

17-may F TB L 168,00 4 A

17-may D AA 186,25 4 A B

14-jun D AA 251,50 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=69,47463**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Rastrojo Mezcla Medias n

Digitaria F TB L 145,75 4 A

Sorgo F TB L 172,25 4 A B

Digitaria D AA 218,00 4 B

Sorgo D AA 219,75 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=98,25196**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

14-jun Digitaria F TB L 136,00 2 A

17-may Digitaria F TB L 155,50 2 A B

14-jun Sorgo F TB L 164,00 2 A B C

17-may Sorgo D AA 178,50 2 A B C

17-may Sorgo F TB L 180,50 2 A B C

17-may Digitaria D AA 194,00 2 A B C

14-jun Digitaria D AA 242,00 2 B C

14-jun Sorgo D AA 261,00 2 C

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

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

%impl Leg est 16 0,68 0,21 25,89

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

(Error)

Modelo 1809,25 9 201,03 1,43 0,3411

Bloque 225,00 1 225,00 1,60 0,2523

Rastrojo 72,25 1 72,25 289,00 0,0374

(Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 0,25 1 0,25 1,8E-03 0,9677

Fecha de siembra 9,00 1 9,00 0,06 0,8085

Mezcla 1190,25 1 1190,25 8,48 0,0269

Fecha de siembra\*Rastrojo 12,25 1 12,25 0,09 0,7776

Fecha de siembra\*Mezcla 210,25 1 210,25 1,50 0,2668

Rastrojo\*Mezcla 81,00 1 81,00 0,58 0,4761

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 9,00 1 9,00 0,06 0,8085

Error 841,75 6 140,29

Total 2651,00 15

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,50798**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Bloque Medias n

2,00 42,00 8 A

1,00 49,50 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,57844**

*Error: 0,2500 gl: 1*

Rastrojo Medias n

Digitaria 43,63 8 A

Sorgo 47,88 8 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,27474**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Digitaria 40,00 4 A

2,00 Sorgo 44,00 4 A

1,00 Digitaria 47,25 4 A

1,00 Sorgo 51,75 4 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,50798**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Fecha de siembra Medias n

14-jun 45,00 8 A

17-may 46,50 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,50798**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Mezcla Medias n

D AA 37,13 8 A

F TB L 54,38 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,27474**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

14-jun Digitaria 42,00 4 A

17-may Digitaria 45,25 4 A

17-may Sorgo 47,75 4 A

14-jun Sorgo 48,00 4 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,27474**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Fecha de siembra Mezcla Medias n

17-may D AA 34,25 4 A

14-jun D AA 40,00 4 A

14-jun F TB L 50,00 4 A B

17-may F TB L 58,75 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,27474**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Rastrojo Mezcla Medias n

Sorgo D AA 37,00 4 A

Digitaria D AA 37,25 4 A

Digitaria F TB L 50,00 4 A B

Sorgo F TB L 58,75 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=23,01595**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

17-may Sorgo D AA 32,50 2 A

17-may Digitaria D AA 36,00 2 A

14-jun Digitaria D AA 38,50 2 A

14-jun Sorgo D AA 41,50 2 A B

14-jun Digitaria F TB L 45,50 2 A B

17-may Digitaria F TB L 54,50 2 A B

14-jun Sorgo F TB L 54,50 2 A B

17-may Sorgo F TB L 63,00 2 B

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

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

Desarrollo Leg estiv 16 sd sd 0,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor (Error)

Modelo 0,00 9 0,00 sd sd

Bloque 0,00 1 0,00 sd sd

Rastrojo 0,00 1 0,00 sd sd (Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 0,00 1 0,00 sd sd

Fecha de siembra 0,00 1 0,00 sd sd  
Mezcla 0,00 1 0,00 sd sd  
Fecha de siembra\*Rastrojo 0,00 1 0,00 sd sd  
Fecha de siembra\*Mezcla 0,00 1 0,00 sd sd  
Rastrojo\*Mezcla 0,00 1 0,00 sd sd  
Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 0,00 1 0,00 sd sd  
Error 0,00 6 0,00  
Total 0,00 15

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
pl gram per 16 0,93 0,83 10,82

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

(Error)

Modelo 96952,56 9 10772,51 8,89 0,0075  
Bloque 6683,06 1 6683,06 5,52 0,0571  
Rastrojo 248,06 1 248,06 2,15 0,3813  
(Bloque\*Rastrojo)  
Bloque\*Rastrojo 115,56 1 115,56 0,10 0,7678  
Fecha de siembra 49395,06 1 49395,06 40,78 0,0007  
Mezcla 20952,56 1 20952,56 17,30 0,0059  
Fecha de siembra\*Rastrojo 150,06 1 150,06 0,12 0,7369  
Fecha de siembra\*Mezcla 14945,06 1 14945,06 12,34 0,0126  
Rastrojo\*Mezcla 1785,06 1 1785,06 1,47 0,2703  
Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 2678,06 1 2678,06 2,21 0,1876  
Error 7266,88 6 1211,15  
Total 104219,44 15

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=33,81281**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Bloque Medias n

2,00 301,25 8 A

1,00 342,13 8 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=33,93641**

*Error: 115,5625 gl: 1*

Rastrojo Medias n

Sorgo 317,75 8 A

Digitaria 325,63 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=47,81853**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Sorgo 300,00 4 A

2,00 Digitaria 302,50 4 A B

1,00 Sorgo 335,50 4 A B

1,00 Digitaria 348,75 4 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=33,81281**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Fecha de siembra Medias n

14-jun 266,13 8 A

17-may 377,25 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=33,81281**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Mezcla Medias n

F TB L 285,50 8 A

D AA 357,88 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=47,81853**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

14-jun Sorgo 265,25 4 A

14-jun Digitaria 267,00 4 A

17-may Sorgo 370,25 4 B

17-may Digitaria 384,25 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=47,81853**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Fecha de siembra Mezcla Medias n

14-jun F TB L 260,50 4 A

14-jun D AA 271,75 4 A B

17-may F TB L 310,50 4 B

17-may D AA 444,00 4 C

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=47,81853**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Rastrojo Mezcla Medias n

Sorgo F TB L 271,00 4 A

Digitaria F TB L 300,00 4 A

Digitaria D AA 351,25 4 B

Sorgo D AA 364,50 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=67,62562**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

14-jun Digitaria F TB L 259,00 2 A

14-jun Sorgo F TB L 262,00 2 A

14-jun Sorgo D AA 268,50 2 A

14-jun Digitaria D AA 275,00 2 A B

17-may Sorgo F TB L 280,00 2 A B

17-may Digitaria F TB L 341,00 2 B

17-may Digitaria D AA 427,50 2 C

17-may Sorgo D AA 460,50 2 C

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

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

%impl gram 16 0,96 0,91 11,38

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

(Error)

Modelo 3068,75 9 340,97 17,19 0,0013

Bloque 144,00 1 144,00 7,26 0,0358

Rastrojo 20,25 1 20,25 20,25 0,1392

(Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 1,00 1 1,00 0,05 0,8298

Fecha de siembra 1056,25 1 1056,25 53,26 0,0003

Mezcla 1722,25 1 1722,25 86,84 0,0001

Fecha de siembra\*Rastrojo 20,25 1 20,25 1,02 0,3513

Fecha de siembra\*Mezcla 6,25 1 6,25 0,32 0,5949

Rastrojo\*Mezcla 42,25 1 42,25 2,13 0,1947

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 56,25 1 56,25 2,84 0,1431

Error 119,00 6 19,83

Total 3187,75 15

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,32694**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Bloque Medias n

2,00 36,13 8 A

1,00 42,13 8 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,15688**

*Error: 1,0000 gl: 1*

Rastrojo Medias n

Sorgo 38,00 8 A

Digitaria 40,25 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,11922**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Sorgo 35,25 4 A

2,00 Digitaria 37,00 4 A

1,00 Sorgo 40,75 4 A B

1,00 Digitaria 43,50 4 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,32694**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Fecha de siembra Medias n

14-jun 31,00 8 A

17-may 47,25 8 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,32694**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Mezcla Medias n

D AA 28,75 8 A

F TB L 49,50 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,11922**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

14-jun Sorgo 31,00 4 A

14-jun Digitaria 31,00 4 A

17-may Sorgo 45,00 4 B

17-may Digitaria 49,50 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,11922**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Fecha de siembra Mezcla Medias n

14-jun D AA 21,25 4 A

17-may D AA 36,25 4 B

14-jun F TB L 40,75 4 B

17-may F TB L 58,25 4 C

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,11922**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Rastrojo Mezcla Medias n

Digitaria D AA 28,25 4 A

Sorgo D AA 29,25 4 A

Sorgo F TB L 46,75 4 B

Digitaria F TB L 52,25 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,65388**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

14-jun Sorgo D AA 21,00 2 A

14-jun Digitaria D AA 21,50 2 A

17-may Digitaria D AA 35,00 2 B

17-may Sorgo D AA 37,50 2 B

14-jun Digitaria F TB L 40,50 2 B

14-jun Sorgo F TB L 41,00 2 B

17-may Sorgo F TB L 52,50 2 C

17-may Digitaria F TB L 64,00 2 D

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

Nueva tabla: 24/12/11 - 7:43:26

**Análisis de la varianza**

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

malezas 16 0,67 0,18 27,54

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor (Error)

Modelo 510,06 9 56,67 1,37 0,3605

Bloque 95,06 1 95,06 2,31 0,1797

Rastrojo 3,06 1 3,06 0,08 0,8262

(Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 39,06 1 39,06 0,95 0,3680

Fecha de siembra 0,56 1 0,56 0,01 0,9108

Mezcla 248,06 1 248,06 6,02 0,0496

Fecha de siembra\*Rastrojo 33,06 1 33,06 0,80 0,4050

Fecha de siembra\*Mezcla 5,06 1 5,06 0,12 0,7380

Rastrojo\*Mezcla 68,06 1 68,06 1,65 0,2462

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 18,06 1 18,06 0,44 0,5326

Error 247,38 6 41,23

Total 757,44 15

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,23857**

*Error: 41,2292 gl: 6*

Bloque Medias n

1,00 20,88 8 A

2,00 25,75 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=19,73047**

*Error: 39,0625 gl: 1*

Rastrojo Medias n

Sorgo 22,88 8 A

Digitaria 23,75 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,82268**

*Error: 41,2292 gl: 6*

Bloque Rastrojo Medias n

1,00 Digitaria 19,75 4 A

1,00 Sorgo 22,00 4 A

2,00 Sorgo 23,75 4 A

2,00 Digitaria 27,75 4 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,23857**

*Error: 41,2292 gl: 6*

Fecha de siembra Medias n

14-jun 23,13 8 A

17-may 23,50 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,23857**

*Error: 41,2292 gl: 6*

Mezcla Medias n

D AA 19,38 8 A

F TB L 27,25 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,82268**

*Error: 41,2292 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

14-jun Sorgo 21,25 4 A

17-may Digitaria 22,50 4 A

17-may Sorgo 24,50 4 A

14-jun Digitaria 25,00 4 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,82268**

*Error: 41,2292 gl: 6*

Fecha de siembra Mezcla Medias n

17-may D AA 19,00 4 A

14-jun D AA 19,75 4 A B

14-jun F TB L 26,50 4 A B

17-may F TB L 28,00 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,82268**

*Error: 41,2292 gl: 6*

Rastrojo Mezcla Medias n

Digitaria D AA 17,75 4 A

Sorgo D AA 21,00 4 A B

Sorgo F TB L 24,75 4 A B

Digitaria F TB L 29,75 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=12,47715**

*Error: 41,2292 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

17-may Digitaria D AA 17,00 2 A

14-jun Digitaria D AA 18,50 2 A

14-jun Sorgo D AA 21,00 2 A B

17-may Sorgo D AA 21,00 2 A B

14-jun Sorgo F TB L 21,50 2 A B

17-may Sorgo F TB L 28,00 2 A B

17-may Digitaria F TB L 28,00 2 A B

14-jun Digitaria F TB L 31,50 2 B

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

Nueva tabla: 24/12/11 - 7:48:46

**Análisis de la varianza**

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

pl TB 8 1,00 0,57 18,85

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

(Error)

Modelo 10042,50 4 2510,63 3,34 0,1746  
Bloque 210,13 1 210,13 0,28 0,6335  
Rastrojo 7626,13 1 7626,13 11,45 0,1829  
(Bloque\*Rastrojo)  
Bloque\*Rastrojo 666,13 1 666,13 0,89 0,4158  
Fecha de siembra 0,00 0 0,00 sd sd  
Mezcla 1540,13 1 1540,13 2,05 0,2476  
Fecha de siembra\*Rastrojo 0,00 0 0,00 sd sd  
Fecha de siembra\*Mezcla 0,00 0 0,00 sd sd  
Rastrojo\*Mezcla 0,00 0 0,00 sd sd  
Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 0,00 0 0,00 sd sd  
Error 2253,38 3 751,13  
Total 12295,88 7

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=45,60685**

*Error: 751,1250 gl: 3*

Bloque Medias n

2,00 131,50 4 A

1,00 159,25 4 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=115,22596**

*Error: 666,1250 gl: 1*

Rastrojo Medias n

Digitaria 140,25 4 A

Sorgo 150,50 4 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=64,49782**

*Error: 751,1250 gl: 3*

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Digitaria 126,38 2 A

2,00 Sorgo 136,63 2 A

1,00 Digitaria 154,13 2 A

1,00 Sorgo 164,38 2 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=45,60685**

*Error: 751,1250 gl: 3*

Fecha de siembra Medias n

17-may 114,50 4 A

14-jun 176,25 4 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=32,24891**

*Error: 751,1250 gl: 3*

Mezcla Medias n

F TB L 145,38 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=64,49782**

*Error: 751,1250 gl: 3*

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

17-may Sorgo 110,50 2 A

17-may Digitaria 118,50 2 A

14-jun Digitaria 162,00 2 A B

14-jun Sorgo 190,50 2 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=45,60685**

*Error: 751,1250 gl: 3*

Fecha de siembra Mezcla Medias n

17-may F TB L 114,50 4 A

14-jun F TB L 176,25 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=45,60685**

*Error: 751,1250 gl: 3*

Rastrojo Mezcla Medias n

Digitaria F TB L 140,25 4 A

Sorgo F TB L 150,50 4 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=64,49782**

*Error: 751,1250 gl: 3*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

17-may Sorgo F TB L 110,50 2 A

17-may Digitaria F TB L 118,50 2 A

14-jun Digitaria F TB L 162,00 2 A B

14-jun Sorgo F TB L 190,50 2 B

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

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

%impl TB 8 1,00 0,36 21,16

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor (Error)

Modelo 391,50 4 97,88 1,99 0,2989

Bloque 300,13 1 300,13 6,11 0,0899

Rastrojo 78,13 1 78,13 25,00 0,1257

(Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 3,13 1 3,13 0,06 0,8172

Fecha de siembra 0,00 0 0,00 sd sd

Mezcla 10,13 1 10,13 0,21 0,6807

Fecha de siembra\*Rastrojo 0,00 0 0,00 sd sd

Fecha de siembra\*Mezcla 0,00 0 0,00 sd sd

Rastrojo\*Mezcla 0,00 0 0,00 sd sd

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 0,00 0 0,00 sd sd

Error 147,38 3 49,13

Total 538,88 7

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,66340**

*Error: 49,1250 gl: 3*

Bloque Medias n

2,00 30,00 4 A

1,00 36,25 4 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=7,89219**

*Error: 3,1250 gl: 1*

Rastrojo Medias n

Digitaria 32,00 4 A

Sorgo 34,25 4 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,49454**

*Error: 49,1250 gl: 3*

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Digitaria 28,88 2 A

2,00 Sorgo 31,13 2 A

1,00 Digitaria 35,13 2 A

1,00 Sorgo 37,38 2 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,66340**

*Error: 49,1250 gl: 3*

Fecha de siembra Medias n

17-may 27,00 4 A

14-jun 39,25 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,24727**

*Error: 49,1250 gl: 3*

Mezcla Medias n

F TB L 33,13 8 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,49454**

*Error: 49,1250 gl: 3*

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

17-may Digitaria 25,88 2 A

17-may Sorgo 28,13 2 A

14-jun Digitaria 38,13 2 A

14-jun Sorgo 40,38 2 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,66340**

*Error: 49,1250 gl: 3*

Fecha de siembra Mezcla Medias n

17-may F TB L 27,00 4 A

14-jun F TB L 39,25 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,66340**

*Error: 49,1250 gl: 3*

Rastrojo Mezcla Medias n

Digitaria F TB L 32,00 4 A

Sorgo F TB L 34,25 4 A  
*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,49454**

*Error: 49,1250 gl: 3*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

17-may Digitaria F TB L 25,88 2 A

17-may Sorgo F TB L 28,13 2 A

14-jun Digitaria F TB L 38,13 2 A

14-jun Sorgo F TB L 40,38 2 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

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

Desarrollo TB 8 sd sd 0,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor (Error)

Modelo 0,00 4 0,00 sd sd

Bloque 0,00 1 0,00 sd sd

Rastrojo 0,00 1 0,00 sd sd (Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 0,00 1 0,00 sd sd

Fecha de siembra 0,00 0 0,00 sd sd

Mezcla 0,00 1 0,00 sd sd

Fecha de siembra\*Rastrojo 0,00 0 0,00 sd sd

Fecha de siembra\*Mezcla 0,00 0 0,00 sd sd

Rastrojo\*Mezcla 0,00 0 0,00 sd sd

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 0,00 0 0,00 sd sd

Error 0,00 3 0,00

Total 0,00 7

Nueva tabla: 24/12/11 - 7:28:43

**Análisis de la varianza**

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

pl Leg est 16 0,65 0,12 26,76

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

(Error)

Modelo 28133,56 9 3125,95 1,22 0,4175

Bloque 2525,06 1 2525,06 0,99 0,3587

Rastrojo 798,06 1 798,06 8,40 0,2116

(Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 95,06 1 95,06 0,04 0,8535

Fecha de siembra 2232,56 1 2232,56 0,87 0,3861

Mezcla 14340,06 1 14340,06 5,61 0,0556

Fecha de siembra\*Rastrojo 351,56 1 351,56 0,14 0,7235

Fecha de siembra\*Mezcla 6930,56 1 6930,56 2,71 0,1508

Rastrojo\*Mezcla 612,56 1 612,56 0,24 0,6419

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 248,06 1 248,06 0,10 0,7660

Error 15339,38 6 2556,56

Total 43472,94 15

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=49,12598**

Error: 2556,5625 gl: 6

Bloque Medias n

2,00 176,38 8 A

1,00 201,50 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=30,77954**

Error: 95,0625 gl: 1

Rastrojo Medias n

Digitaria 181,88 8 A

Sorgo 196,00 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=69,47463**

Error: 2556,5625 gl: 6

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Digitaria 171,75 4 A

2,00 Sorgo 181,00 4 A

1,00 Digitaria 192,00 4 A

1,00 Sorgo 211,00 4 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=49,12598**

Error: 2556,5625 gl: 6

Fecha de siembra Medias n

17-may 177,13 8 A

14-jun 200,75 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=49,12598**

Error: 2556,5625 gl: 6

Mezcla Medias n

F TB L 159,00 8 A

D AA 218,88 8 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=69,47463**

Error: 2556,5625 gl: 6

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

17-may Digitaria 174,75 4 A

17-may Sorgo 179,50 4 A

14-jun Digitaria 189,00 4 A

14-jun Sorgo 212,50 4 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=69,47463**

Error: 2556,5625 gl: 6

Fecha de siembra Mezcla Medias n

14-jun F TB L 150,00 4 A

17-may F TB L 168,00 4 A

17-may D AA 186,25 4 A B

14-jun D AA 251,50 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=69,47463**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Rastrojo Mezcla Medias n

Digitaria F TB L 145,75 4 A

Sorgo F TB L 172,25 4 A B

Digitaria D AA 218,00 4 B

Sorgo D AA 219,75 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=98,25196**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

14-jun Digitaria F TB L 136,00 2 A

17-may Digitaria F TB L 155,50 2 A B

14-jun Sorgo F TB L 164,00 2 A B C

17-may Sorgo D AA 178,50 2 A B C

17-may Sorgo F TB L 180,50 2 A B C

17-may Digitaria D AA 194,00 2 A B C

14-jun Digitaria D AA 242,00 2 B C

14-jun Sorgo D AA 261,00 2 C

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

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

%impl Leg est 16 0,68 0,21 25,89

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

(Error)

Modelo 1809,25 9 201,03 1,43 0,3411

Bloque 225,00 1 225,00 1,60 0,2523

Rastrojo 72,25 1 72,25 289,00 0,0374

(Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 0,25 1 0,25 1,8E-03 0,9677

Fecha de siembra 9,00 1 9,00 0,06 0,8085

Mezcla 1190,25 1 1190,25 8,48 0,0269

Fecha de siembra\*Rastrojo 12,25 1 12,25 0,09 0,7776

Fecha de siembra\*Mezcla 210,25 1 210,25 1,50 0,2668

Rastrojo\*Mezcla 81,00 1 81,00 0,58 0,4761

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 9,00 1 9,00 0,06 0,8085

Error 841,75 6 140,29

Total 2651,00 15

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,50798**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Bloque Medias n

2,00 42,00 8 A

1,00 49,50 8 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,57844**

*Error: 0,2500 gl: 1*

Rastrojo Medias n

Digitaria 43,63 8 A

Sorgo 47,88 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,27474**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Digitaria 40,00 4 A

2,00 Sorgo 44,00 4 A

1,00 Digitaria 47,25 4 A

1,00 Sorgo 51,75 4 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,50798**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Fecha de siembra Medias n

14-jun 45,00 8 A

17-may 46,50 8 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,50798**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Mezcla Medias n

D AA 37,13 8 A

F TB L 54,38 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,27474**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

14-jun Digitaria 42,00 4 A

17-may Digitaria 45,25 4 A

17-may Sorgo 47,75 4 A

14-jun Sorgo 48,00 4 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,27474**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Fecha de siembra Mezcla Medias n

17-may D AA 34,25 4 A

14-jun D AA 40,00 4 A

14-jun F TB L 50,00 4 A B

17-may F TB L 58,75 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,27474**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Rastrojo Mezcla Medias n

Sorgo D AA 37,00 4 A  
Digitaria D AA 37,25 4 A  
Digitaria F TB L 50,00 4 A B  
Sorgo F TB L 58,75 4 B  
*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=23,01595**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

17-may Sorgo D AA 32,50 2 A

17-may Digitaria D AA 36,00 2 A

14-jun Digitaria D AA 38,50 2 A

14-jun Sorgo D AA 41,50 2 A B

14-jun Digitaria F TB L 45,50 2 A B

17-may Digitaria F TB L 54,50 2 A B

14-jun Sorgo F TB L 54,50 2 A B

17-may Sorgo F TB L 63,00 2 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

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

Desarrollo Leg estiv 16 sd sd 0,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor (Error)

Modelo 0,00 9 0,00 sd sd

Bloque 0,00 1 0,00 sd sd

Rastrojo 0,00 1 0,00 sd sd (Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 0,00 1 0,00 sd sd

Fecha de siembra 0,00 1 0,00 sd sd

Mezcla 0,00 1 0,00 sd sd

Fecha de siembra\*Rastrojo 0,00 1 0,00 sd sd

Fecha de siembra\*Mezcla 0,00 1 0,00 sd sd

Rastrojo\*Mezcla 0,00 1 0,00 sd sd

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 0,00 1 0,00 sd sd

Error 0,00 6 0,00

Total 0,00 15

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

pl gram per 16 0,93 0,83 10,82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

(Error)

Modelo 96952,56 9 10772,51 8,89 0,0075

Bloque 6683,06 1 6683,06 5,52 0,0571

Rastrojo 248,06 1 248,06 2,15 0,3813

(Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 115,56 1 115,56 0,10 0,7678

Fecha de siembra 49395,06 1 49395,06 40,78 0,0007

Mezcla 20952,56 1 20952,56 17,30 0,0059

Fecha de siembra\*Rastrojo 150,06 1 150,06 0,12 0,7369

Fecha de siembra\*Mezcla 14945,06 1 14945,06 12,34 0,0126  
Rastrojo\*Mezcla 1785,06 1 1785,06 1,47 0,2703  
Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 2678,06 1 2678,06 2,21 0,1876  
Error 7266,88 6 1211,15  
Total 104219,44 15

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=33,81281**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Bloque Medias n

2,00 301,25 8 A

1,00 342,13 8 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=33,93641**

*Error: 115,5625 gl: 1*

Rastrojo Medias n

Sorgo 317,75 8 A

Digitaria 325,63 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=47,81853**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Sorgo 300,00 4 A

2,00 Digitaria 302,50 4 A B

1,00 Sorgo 335,50 4 A B

1,00 Digitaria 348,75 4 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=33,81281**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Fecha de siembra Medias n

14-jun 266,13 8 A

17-may 377,25 8 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=33,81281**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Mezcla Medias n

F TB L 285,50 8 A

D AA 357,88 8 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=47,81853**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

14-jun Sorgo 265,25 4 A

14-jun Digitaria 267,00 4 A

17-may Sorgo 370,25 4 B

17-may Digitaria 384,25 4 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=47,81853**

Error: 1211,1458 gl: 6

Fecha de siembra Mezcla Medias n

14-jun F TB L 260,50 4 A

14-jun D AA 271,75 4 A B

17-may F TB L 310,50 4 B

17-may D AA 444,00 4 C

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=47,81853**

Error: 1211,1458 gl: 6

Rastrojo Mezcla Medias n

Sorgo F TB L 271,00 4 A

Digitaria F TB L 300,00 4 A

Digitaria D AA 351,25 4 B

Sorgo D AA 364,50 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=67,62562**

Error: 1211,1458 gl: 6

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

14-jun Digitaria F TB L 259,00 2 A

14-jun Sorgo F TB L 262,00 2 A

14-jun Sorgo D AA 268,50 2 A

14-jun Digitaria D AA 275,00 2 A B

17-may Sorgo F TB L 280,00 2 A B

17-may Digitaria F TB L 341,00 2 B

17-may Digitaria D AA 427,50 2 C

17-may Sorgo D AA 460,50 2 C

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

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

%impl gram 16 0,96 0,91 11,38

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

(Error)

Modelo 3068,75 9 340,97 17,19 0,0013

Bloque 144,00 1 144,00 7,26 0,0358

Rastrojo 20,25 1 20,25 20,25 0,1392

(Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 1,00 1 1,00 0,05 0,8298

Fecha de siembra 1056,25 1 1056,25 53,26 0,0003

Mezcla 1722,25 1 1722,25 86,84 0,0001

Fecha de siembra\*Rastrojo 20,25 1 20,25 1,02 0,3513

Fecha de siembra\*Mezcla 6,25 1 6,25 0,32 0,5949

Rastrojo\*Mezcla 42,25 1 42,25 2,13 0,1947

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 56,25 1 56,25 2,84 0,1431

Error 119,00 6 19,83

Total 3187,75 15

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,32694**

Error: 19,8333 gl: 6

Bloque Medias n

2,00 36,13 8 A

1,00 42,13 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,15688**

Error: 1,0000 gl: 1

Rastrojo Medias n

Sorgo 38,00 8 A

Digitaria 40,25 8 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,11922**

Error: 19,8333 gl: 6

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Sorgo 35,25 4 A

2,00 Digitaria 37,00 4 A

1,00 Sorgo 40,75 4 A B

1,00 Digitaria 43,50 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,32694**

Error: 19,8333 gl: 6

Fecha de siembra Medias n

14-jun 31,00 8 A

17-may 47,25 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,32694**

Error: 19,8333 gl: 6

Mezcla Medias n

D AA 28,75 8 A

F TB L 49,50 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,11922**

Error: 19,8333 gl: 6

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

14-jun Sorgo 31,00 4 A

14-jun Digitaria 31,00 4 A

17-may Sorgo 45,00 4 B

17-may Digitaria 49,50 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,11922**

Error: 19,8333 gl: 6

Fecha de siembra Mezcla Medias n

14-jun D AA 21,25 4 A

17-may D AA 36,25 4 B

14-jun F TB L 40,75 4 B

17-may F TB L 58,25 4 C

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,11922**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Rastrojo Mezcla Medias n

Digitaria D AA 28,25 4 A

Sorgo D AA 29,25 4 A

Sorgo F TB L 46,75 4 B

Digitaria F TB L 52,25 4 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,65388**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

14-jun Sorgo D AA 21,00 2 A

14-jun Digitaria D AA 21,50 2 A

17-may Digitaria D AA 35,00 2 B

17-may Sorgo D AA 37,50 2 B

14-jun Digitaria F TB L 40,50 2 B

14-jun Sorgo F TB L 41,00 2 B

17-may Sorgo F TB L 52,50 2 C

17-may Digitaria F TB L 64,00 2 D

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

Nueva tabla: 24/12/11 - 7:28:43

**Análisis de la varianza**

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

pl Leg est 16 0,65 0,12 26,76

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

(Error)

Modelo 28133,56 9 3125,95 1,22 0,4175

Bloque 2525,06 1 2525,06 0,99 0,3587

Rastrojo 798,06 1 798,06 8,40 0,2116

(Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 95,06 1 95,06 0,04 0,8535

Fecha de siembra 2232,56 1 2232,56 0,87 0,3861

Mezcla 14340,06 1 14340,06 5,61 0,0556

Fecha de siembra\*Rastrojo 351,56 1 351,56 0,14 0,7235

Fecha de siembra\*Mezcla 6930,56 1 6930,56 2,71 0,1508

Rastrojo\*Mezcla 612,56 1 612,56 0,24 0,6419

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 248,06 1 248,06 0,10 0,7660

Error 15339,38 6 2556,56

Total 43472,94 15

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=49,12598**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Bloque Medias n

2,00 176,38 8 A

1,00 201,50 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=30,77954**

*Error: 95,0625 gl: 1*

Rastrojo Medias n

Digitaria 181,88 8 A

Sorgo 196,00 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=69,47463**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Digitaria 171,75 4 A

2,00 Sorgo 181,00 4 A

1,00 Digitaria 192,00 4 A

1,00 Sorgo 211,00 4 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=49,12598**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Fecha de siembra Medias n

17-may 177,13 8 A

14-jun 200,75 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=49,12598**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Mezcla Medias n

F TB L 159,00 8 A

D AA 218,88 8 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=69,47463**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

17-may Digitaria 174,75 4 A

17-may Sorgo 179,50 4 A

14-jun Digitaria 189,00 4 A

14-jun Sorgo 212,50 4 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=69,47463**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Fecha de siembra Mezcla Medias n

14-jun F TB L 150,00 4 A

17-may F TB L 168,00 4 A

17-may D AA 186,25 4 A B

14-jun D AA 251,50 4 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=69,47463**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Rastrojo Mezcla Medias n  
Digitaria F TB L 145,75 4 A  
Sorgo F TB L 172,25 4 A B  
Digitaria D AA 218,00 4 B  
Sorgo D AA 219,75 4 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=98,25196**

*Error: 2556,5625 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

14-jun Digitaria F TB L 136,00 2 A  
17-may Digitaria F TB L 155,50 2 A B  
14-jun Sorgo F TB L 164,00 2 A B C  
17-may Sorgo D AA 178,50 2 A B C  
17-may Sorgo F TB L 180,50 2 A B C  
17-may Digitaria D AA 194,00 2 A B C  
14-jun Digitaria D AA 242,00 2 B C  
14-jun Sorgo D AA 261,00 2 C

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

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

%impl Leg est 16 0,68 0,21 25,89

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

(Error)

Modelo 1809,25 9 201,03 1,43 0,3411

Bloque 225,00 1 225,00 1,60 0,2523

Rastrojo 72,25 1 72,25 289,00 0,0374

(Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 0,25 1 0,25 1,8E-03 0,9677

Fecha de siembra 9,00 1 9,00 0,06 0,8085

Mezcla 1190,25 1 1190,25 8,48 0,0269

Fecha de siembra\*Rastrojo 12,25 1 12,25 0,09 0,7776

Fecha de siembra\*Mezcla 210,25 1 210,25 1,50 0,2668

Rastrojo\*Mezcla 81,00 1 81,00 0,58 0,4761

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 9,00 1 9,00 0,06 0,8085

Error 841,75 6 140,29

Total 2651,00 15

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,50798**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Bloque Medias n

2,00 42,00 8 A

1,00 49,50 8 A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,57844**

*Error: 0,2500 gl: 1*

Rastrojo Medias n

Digitaria 43,63 8 A

Sorgo 47,88 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,27474**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Digitaria 40,00 4 A

2,00 Sorgo 44,00 4 A

1,00 Digitaria 47,25 4 A

1,00 Sorgo 51,75 4 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,50798**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Fecha de siembra Medias n

14-jun 45,00 8 A

17-may 46,50 8 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,50798**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Mezcla Medias n

D AA 37,13 8 A

F TB L 54,38 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,27474**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

14-jun Digitaria 42,00 4 A

17-may Digitaria 45,25 4 A

17-may Sorgo 47,75 4 A

14-jun Sorgo 48,00 4 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,27474**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Fecha de siembra Mezcla Medias n

17-may D AA 34,25 4 A

14-jun D AA 40,00 4 A

14-jun F TB L 50,00 4 A B

17-may F TB L 58,75 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,27474**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Rastrojo Mezcla Medias n

Sorgo D AA 37,00 4 A

Digitaria D AA 37,25 4 A

Digitaria F TB L 50,00 4 A B

Sorgo F TB L 58,75 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=23,01595**

*Error: 140,2917 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

17-may Sorgo D AA 32,50 2 A

17-may Digitaria D AA 36,00 2 A

14-jun Digitaria D AA 38,50 2 A

14-jun Sorgo D AA 41,50 2 A B

14-jun Digitaria F TB L 45,50 2 A B

17-may Digitaria F TB L 54,50 2 A B

14-jun Sorgo F TB L 54,50 2 A B

17-may Sorgo F TB L 63,00 2 B

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

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

Desarrollo Leg estiv 16 sd sd 0,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor (Error)

Modelo 0,00 9 0,00 sd sd

Bloque 0,00 1 0,00 sd sd

Rastrojo 0,00 1 0,00 sd sd (Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 0,00 1 0,00 sd sd

Fecha de siembra 0,00 1 0,00 sd sd

Mezcla 0,00 1 0,00 sd sd

Fecha de siembra\*Rastrojo 0,00 1 0,00 sd sd

Fecha de siembra\*Mezcla 0,00 1 0,00 sd sd

Rastrojo\*Mezcla 0,00 1 0,00 sd sd

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 0,00 1 0,00 sd sd

Error 0,00 6 0,00

Total 0,00 15

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

pl gram per 16 0,93 0,83 10,82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

(Error)

Modelo 96952,56 9 10772,51 8,89 0,0075

Bloque 6683,06 1 6683,06 5,52 0,0571

Rastrojo 248,06 1 248,06 2,15 0,3813

(Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 115,56 1 115,56 0,10 0,7678

Fecha de siembra 49395,06 1 49395,06 40,78 0,0007

Mezcla 20952,56 1 20952,56 17,30 0,0059

Fecha de siembra\*Rastrojo 150,06 1 150,06 0,12 0,7369

Fecha de siembra\*Mezcla 14945,06 1 14945,06 12,34 0,0126

Rastrojo\*Mezcla 1785,06 1 1785,06 1,47 0,2703

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 2678,06 1 2678,06 2,21 0,1876

Error 7266,88 6 1211,15

Total 104219,44 15

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=33,81281**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Bloque Medias n

2,00 301,25 8 A

1,00 342,13 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=33,93641**

*Error: 115,5625 gl: 1*

Rastrojo Medias n

Sorgo 317,75 8 A

Digitaria 325,63 8 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=47,81853**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Sorgo 300,00 4 A

2,00 Digitaria 302,50 4 A B

1,00 Sorgo 335,50 4 A B

1,00 Digitaria 348,75 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=33,81281**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Fecha de siembra Medias n

14-jun 266,13 8 A

17-may 377,25 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=33,81281**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Mezcla Medias n

F TB L 285,50 8 A

D AA 357,88 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=47,81853**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

14-jun Sorgo 265,25 4 A

14-jun Digitaria 267,00 4 A

17-may Sorgo 370,25 4 B

17-may Digitaria 384,25 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=47,81853**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Fecha de siembra Mezcla Medias n

14-jun F TB L 260,50 4 A

14-jun D AA 271,75 4 A B

17-may F TB L 310,50 4 B

17-may D AA 444,00 4 C

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=47,81853**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Rastrojo Mezcla Medias n

Sorgo F TB L 271,00 4 A

Digitaria F TB L 300,00 4 A

Digitaria D AA 351,25 4 B

Sorgo D AA 364,50 4 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=67,62562**

*Error: 1211,1458 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

14-jun Digitaria F TB L 259,00 2 A

14-jun Sorgo F TB L 262,00 2 A

14-jun Sorgo D AA 268,50 2 A

14-jun Digitaria D AA 275,00 2 A B

17-may Sorgo F TB L 280,00 2 A B

17-may Digitaria F TB L 341,00 2 B

17-may Digitaria D AA 427,50 2 C

17-may Sorgo D AA 460,50 2 C

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

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

%impl gram 16 0,96 0,91 11,38

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor

(Error)

Modelo 3068,75 9 340,97 17,19 0,0013

Bloque 144,00 1 144,00 7,26 0,0358

Rastrojo 20,25 1 20,25 20,25 0,1392

(Bloque\*Rastrojo)

Bloque\*Rastrojo 1,00 1 1,00 0,05 0,8298

Fecha de siembra 1056,25 1 1056,25 53,26 0,0003

Mezcla 1722,25 1 1722,25 86,84 0,0001

Fecha de siembra\*Rastrojo 20,25 1 20,25 1,02 0,3513

Fecha de siembra\*Mezcla 6,25 1 6,25 0,32 0,5949

Rastrojo\*Mezcla 42,25 1 42,25 2,13 0,1947

Fecha de siembra\*Rastrojo\*.. 56,25 1 56,25 2,84 0,1431

Error 119,00 6 19,83

Total 3187,75 15

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,32694**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Bloque Medias n

2,00 36,13 8 A

1,00 42,13 8 B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)*

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,15688**

*Error: 1,0000 gl: 1*

Rastrojo Medias n

Sorgo 38,00 8 A

Digitaria 40,25 8 A

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,11922**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Bloque Rastrojo Medias n

2,00 Sorgo 35,25 4 A

2,00 Digitaria 37,00 4 A

1,00 Sorgo 40,75 4 A B

1,00 Digitaria 43,50 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,32694**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Fecha de siembra Medias n

14-jun 31,00 8 A

17-may 47,25 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,32694**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Mezcla Medias n

D AA 28,75 8 A

F TB L 49,50 8 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,11922**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Medias n

14-jun Sorgo 31,00 4 A

14-jun Digitaria 31,00 4 A

17-may Sorgo 45,00 4 B

17-may Digitaria 49,50 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,11922**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Fecha de siembra Mezcla Medias n

14-jun D AA 21,25 4 A

17-may D AA 36,25 4 B

14-jun F TB L 40,75 4 B

17-may F TB L 58,25 4 C

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,11922**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Rastrojo Mezcla Medias n

Digitaria D AA 28,25 4 A

Sorgo D AA 29,25 4 A

Sorgo F TB L 46,75 4 B

Digitaria F TB L 52,25 4 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,65388**

*Error: 19,8333 gl: 6*

Fecha de siembra Rastrojo Mezcla Medias n

14-jun Sorgo D AA 21,00 2 A

14-jun Digitaria D AA 21,50 2 A

17-may Digitaria D AA 35,00 2 B

17-may Sorgo D AA 37,50 2 B

14-jun Digitaria F TB L 40,50 2 B

14-jun Sorgo F TB L 41,00 2 B

17-may Sorgo F TB L 52,50 2 C

17-may Digitaria F TB L 64,00 2 D

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