

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**IMPLANTACIÓN DE MEZCLAS FORRAJERAS CON GRAMÍNEAS  
PERENNES CON RIEGO Y SIN RIEGO SUPLEMENTARIO**

**por**

**Lucía María PALACIO BALPARDA**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2015**

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. (M.Sc.) Sylvia Saldanha

-----  
Ing. Agr. (M.Sc.) Álvaro Otero

-----  
Ing. Agr. Álvaro Ferreira

-----  
Ing. Agr. Milagros Arce

Fecha:

13 de julio de 2015

Autor:

-----  
Lucía María Palacio Balparda

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la directora de tesis Sylvia Saldanha y a los cotutores del ensayo, Álvaro Otero, Álvaro Ferreira y Milagros Arce.

Al Ing. Agr. Oscar Bentancurt por el asesoramiento y colaboración en los análisis estadísticos.

A Sully Toledo y todo el personal de la biblioteca.

Al personal de la EEFAS.

A mis amigos, compañeros y al incondicional apoyo de mi familia.

## 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>PROCESOS BÁSICOS DEL ESTABLECIMIENTO</u> .....	3
2.1.1. <u>Germinación y emergencia</u> .....	3
2.1.2. <u>Establecimiento</u> .....	7
2.1.3. <u>Datos de implantación en Uruguay</u> .....	8
2.2. <u>FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLANTACIÓN</u> .....	10
2.2.1. <u>Factores climáticos</u> .....	10
2.2.1.1. <u>Humedad</u> .....	10
2.2.1.2. <u>Temperatura</u> .....	11
2.2.2. <u>Factores de manejo</u> .....	12
2.2.2.1. <u>Fecha de siembra</u> .....	12
2.2.2.2. <u>Preparación de la sementera</u> .....	13
2.2.2.3. <u>Siembra convencional</u> .....	13
2.2.2.4. <u>Siembra directa</u> .....	14
2.2.3. <u>Profundidad de siembra</u> .....	15
2.2.4. <u>Método de siembra</u> .....	16
2.2.4.1. <u>Siembras al voleo</u> .....	16
2.2.4.2. <u>Siembras en línea</u> .....	16
2.2.5. <u>Calidad de la semilla</u> .....	17
2.3. <u>CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES UTILIZADAS</u> .....	19
2.3.1. <u>Gramíneas</u> .....	19
2.3.1.1. <i>Bromus auleticus</i> (bromus).....	19
2.3.1.2. <i>Schenodorus arundinaceus</i> (festuca).....	20
2.3.1.3. <i>Dactylis glomerata</i> (dactylis).....	22
2.3.2. <u>Leguminosas</u> .....	24
2.3.2.1. <i>Trifolium repens</i> (trébol blanco).....	24
2.3.2.2. <i>Trifolium pratense</i> (trébol rojo).....	26
2.3.2.3. <i>Lotus corniculatus</i> (lotus).....	27

2.3.2.4. <i>Medicago sativa</i> (alfalfa).....	28
2.4. MEZCLAS.....	30
2.4.1. <u>Características de las mezclas</u> .....	30
2.4.2. <u>Mezclas utilizadas en la tesis</u> .....	32
2.4.2.1. <i>Bromus auleticus</i> - <i>Lotus corniculatus</i> .....	32
2.4.2.2. <i>Schenodorus arundinaceus</i> - <i>Trifolium repens</i> - <i>Lotus corniculatus</i> .....	33
2.4.2.3. <i>Dactylis glomerata</i> – <i>Medicago sativa</i> .....	33
2.4.2.4. <i>Dactylis glomerata</i> - <i>Trifolium pratense</i> - <i>Lotus corniculatus</i> .....	34
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	35
3.1. <u>CONDICIONES EXPERIMENTALES</u> .....	35
3.1.1. <u>Lugar experimental y período</u> .....	35
3.1.2. <u>Descripción del sitio experimental</u> .....	35
3.1.3. <u>Descripción de suelo del área experimental</u> .....	35
3.1.4. <u>Características de las semillas</u> .....	36
3.1.5. <u>Antecedentes del área experimental</u> .....	37
3.1.6. <u>Tratamientos</u> .....	39
3.1.7. <u>Diseño experimental</u> .....	42
3.2. <u>CONDICIONES AMBIENTALES</u> .....	43
3.2.1. <u>Temperatura</u> .....	43
3.2.2. <u>Precipitaciones y evapotranspiración</u> .....	44
3.2.3. <u>Balance hídrico teórico</u> .....	45
3.2.4. <u>Balance hídrico real</u> .....	47
3.3. <u>METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</u> .....	49
3.3.1. <u>VARIABLES ESTUDIADAS</u> .....	50
3.4. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u> .....	52
3.4.1. <u>Modelo estadístico</u> .....	52
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	53
4.1. <u>ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS SEMILLAS</u> .....	53
4.1.1. <u>Germinación</u> .....	53
4.1.2. <u>Peso de mil semillas</u> .....	55
4.2. <u>EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ESTABLECIMIENTO</u> .....	56
4.2.1. <u>Evolución del establecimiento general</u> .....	56
4.2.2. <u>Evolución del establecimiento de gramíneas</u> .....	58
4.2.3. <u>Evolución del establecimiento de leguminosas</u> .....	62
4.3. <u>IMPLANTACIÓN</u> .....	64
4.3.1. <u>Implantación de las cuatro mezclas</u> .....	64

4.3.2. <u>Implantación de las leguminosas</u> .....	66
4.3.3. <u>Implantación de las gramíneas</u> .....	69
4.3.4. <u>Comportamiento de lotus y dactylis en diferentes mezclas</u> .....	70
4.4. <u>ENMALEZAMIENTO</u> .....	71
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	72
6. <u>RESUMEN</u> .....	74
7. <u>SUMMARY</u> .....	76
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	77
9. <u>ANEXOS</u> .....	83

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Días de emergencia post siembra para las especies del ensayo .....	5
2. Porcentaje de germinación de semillas utilizadas por autores nacionales que estudiaron implantación de especies forrajeras.....	6
3. Peso de mil semillas (g) de autores nacionales que estudiaron implantación.....	7
4. Implantación en diferentes situaciones según año .....	8
5. Estándares mínimos exigidos para semillas de la categoría certificada para las especies utilizadas .....	18
6. Rendimientos de forraje de diferentes cultivares de <i>Dactylis glomerata</i> según año de vida (relativos al cultivar Porto) .....	24
7. Rendimientos de forraje de diferentes cultivares de <i>Trifolium repens</i> según año de vida (relativos al cultivar Zapicán).....	26
8. Descripción del perfil de suelo del área experimental .....	36
9. Calidad de las semillas usadas en las mezclas y cultivares empleados.....	36
10. Densidad de siembra y número de semillas viables/m <sup>2</sup> para mezcla festuca + trébol blanco + lotus.....	40
11. Densidad de siembra y número de semillas viables/m <sup>2</sup> para mezcla dactylis + trébol rojo + lotus.....	40
12. Densidad de siembra y número de semillas viables/m <sup>2</sup> para mezcla dactylis + alfalfa.....	41
13. Densidad de siembra y número de semillas viables/m <sup>2</sup> para mezcla bromus + lotus.....	41
14. Porcentaje de germinación de las semillas utilizadas, germinación mínima exigida en los lotes de semillas nacionales y germinación promedio de semillas utilizadas en la bibliografía citada.....	54
15. Peso de mil semillas utilizadas y peso de mil semillas promedio de semillas utilizadas en la bibliografía citada.....	55
16. Análisis de la evolución del establecimiento (%) para las gramíneas .....	58
17. Análisis de la evolución del establecimiento (%) para las leguminosas.....	62
18. Implantación de las cuatro mezclas (gramíneas + leguminosas) a los 56 días post siembra .....	65
19. Implantación de las leguminosas .....	66
20. Implantación de todas las leguminosas separadas .....	67

21. Implantación de todas las gramíneas.....	69
22. Porcentaje de implantación de lotus y dactylis en diferentes mezclas.....	70
23. Enmalezamiento según mezcla .....	71

Figura No.

Mapa del experimento con sus tratamientos .....	42
Temperatura media, mínima y máxima mensual del aire de marzo a agosto 2014 y el promedio 2006-2014 EEFAS.....	43
Precipitación mensual de marzo a agosto 2014 y del promedio 2006 – 2014 EEFAS y ETP mensual 2014 INIA Salto Grande.....	45
Simulación del balance hídrico con Win-Isareg .....	46
Contenido volumétrico de agua (mm/10cm) en el suelo medido con FDR (Decagon HS10) (mm/10cm) .....	47
Superposición del contenido de agua en el suelo por el modelo Win-Isareg y por los datos de los sensores FDR. ....	48
Evolución del establecimiento general según días post emergencia.....	56
Evolución del establecimiento de gramíneas para los tres conteos.....	59
Evolución del establecimiento de festuca y dactylis.....	60
Evolución del establecimiento de leguminosas para tres conteos.....	62
Evolución del establecimiento de las leguminosas en mezcla .....	63

Ilustración No.

1. Sensor FDR ubicado en el sitio experimental. ....	38
2. Mezcla de festuca- trébol blanco-lotus tomadas el 8 de mayo.....	51
3. Mezcla de dactylis-trébol rojo-lotus, tomadas el 8 de mayo que muestra la cuerda marcada con una unidad experimental .....	51



## 1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay el principal recurso forrajero es el campo natural, sin embargo presenta una marcada estacionalidad no cubriendo los requerimientos de todo el año, con predominancia de especies estivales y ordinarias. De modo que el campo natural no permite sustentar los sistemas lecheros ni ganaderos intensivos.

Se considera que las praderas artificiales permiten levantar dichas restricciones otorgándole un forraje de buena calidad con mejor producción en otoño-invierno. A su vez, esta tecnología cumple un rol fundamental en rotaciones agrícolas ya que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; las raíces de gramíneas recomponen la estructura del mismo y las leguminosas aportan nitrógeno a través de su fijación biológica.

Para lograr una alta productividad y persistencia en las praderas, la etapa inicial que se debe superar es la implantación. La misma se considera la etapa más crítica, pues las plantas en sus etapas iniciales son muy vulnerables a los factores del ambiente, pudiéndose alcanzar un 90 % de mortandad (Silverstowm y Dickie, citados por Carámbula, 2003).

En la región Norte del país en suelos profundos sobre Basalto, donde tuvo lugar este ensayo, las praderas se siembran únicamente con leguminosas o gramíneas anuales como avena y/o raigrás de corta duración. Esto implica una mayor área a sembrar por año, lo que reduce el área efectiva de pastoreo en otoño en el establecimiento y por consiguiente ocurre un mayor deterioro en las praderas de 2º año por aumento de la carga.

Si bien la inclusión de gramíneas perennes en mezclas implica tener mayores probabilidades de fracaso en la implantación de praderas, permitiría a esta una mayor persistencia. La variabilidad de las condiciones ambientales en otoño, por la falta o exceso de agua, incide en la implantación de las mezclas forrajeras. En este contexto, el

riego suplementario puede ser una herramienta tecnológica favorable para lograr mejores resultados.

En resumen, se propone analizar en este trabajo la implantación de cuatro mezclas forrajeras con y sin riego suplementario en un suelo de Basalto profundo. Las mezclas se componen de *Schenodorus arundinaceus*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus* y *Bromus auleticus* y *Lotus corniculatus*.

Más específicamente se busca analizar la implantación con y sin riego suplementario por: especie, familia y mezcla, considerando también el nivel de enmalezamiento en esta etapa, según la mezcla y la aplicación o no de riego. Se evaluará la evolución de los componentes de las mezclas tanto gramíneas como leguminosas desde la siembra para poder explicar los resultados.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. PROCESOS BÁSICOS DEL ESTABLECIMIENTO

En la vida de una especie forrajera, las etapas de germinación, emergencia y establecimiento de una plántula seguramente sean los procesos más difíciles. Esto es debido, a que en las primeras etapas de desarrollo la planta se encuentra más susceptible, pudiendo alcanzar más de un 90 % de mortalidad bajo condiciones no adecuadas (Silverstown y Dickie, citados por Carámbula, 2003).

La citada mortandad se relaciona con el medio ambiente: la ocurrencia de extremos hídricos tanto sea sequía como inundación, la presencia de sustancias alelopáticas, secreciones radiculares y la incidencia de enfermedades o plagas (Carámbula et al., citados por Carámbula, 2003). También influye el pequeño tamaño de las semillas, las escasas reservas y el lento vigor inicial (Carámbula, 2003).

#### 2.1.1. Germinación y emergencia

La implantación es un proceso que se cumple en tres etapas: la germinación, la emergencia y el establecimiento propiamente dicho. La germinación es la primera etapa cuya finalización es la emergencia.

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

La germinación varía según la especie. En las gramíneas se da el crecimiento del germen, la ruptura de la semilla y la aparición de la radícula y en las leguminosas el único proceso que ocurre es la aparición de la radícula (Carámbula, 2003).

En el proceso de germinación se pueden distinguir tres fases: La fase de hidratación, la fase de germinación y la de crecimiento. En la de hidratación se produce una intensa absorción de agua por parte de los diferentes tejidos que forman la semilla, en la fase de germinación, se dan las transformaciones metabólicas para el correcto desarrollo de la plántula y se deja de absorber agua. Por último, en la fase de crecimiento se produce la emergencia de la radícula con movilización de reservas y el aumento en la absorción de agua (García Breijo, 2011).

Las semillas que logran germinar antes son especies de mayor vigor por su mayor peso o por su capacidad para movilizar más rápido las reservas del endosperma hacia los puntos de crecimiento (Askin, 1990). A su vez, el mayor vigor de ciertas especies las hace más competitivas en relación a las que demoran más (Blaser et al., citados por Santiñaque, 1979).

Las leguminosas se caracterizan por germinar más rápido debido a que embeben agua con mayor velocidad y logran un contenido inicial mayor de agua para germinar y por lo tanto un mayor tamaño del embrión (Mc William et al., 1971).

Según Carámbula (2003) la emergencia consiste en la aparición de la plántula sobre la superficie del suelo. La velocidad de emergencia resulta muy importante dado que en esta etapa no fotosintética, el crecimiento de la plántula depende exclusivamente de las reservas de la semilla, siendo a la vez expuesta a infinidad de factores desfavorables.

En las gramíneas la velocidad en que las plántulas logran emerger y crecer en sus primeras etapas de desarrollo dependen del grado de utilización que hacen de sus reservas endospermáticas. Brock et al., citados por Carámbula (2003) comprobaron que luego de 10 días de emergencia el raigrás había utilizado el 47 % de sus reservas seminales a diferencia de festuca que había utilizado solo un 14 %.

En el cuadro No.1. Se muestran las especies que van a ser usadas en el experimento y se presentan los días que demoraron en emerger las especies para los cuatro años previos según la Evaluación Nacional de Cultivares en INIA La Estanzuela.

Cuadro No. 1. Días de emergencia post siembra para las especies del ensayo

	<b>Especie</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>Prom. especie</b>	<b>Prom. Familia</b>
<b>Gramíneas</b>	<i>Schenodorus arundinaceus</i>	11	11	11	11	12
	<i>Dactylis glomerata</i>	16	15	12	14	
	<i>Bromus auleticus</i>	.	12	11	12	
<b>Leguminosas</b>	<i>Trifolium repens</i>	18	10	8	12	11
	<i>Lotus corniculatus</i>	10	13	14	12	
	<i>Medicago sativa</i>	12	9	12	11	
	<i>Trifolium pratense</i>	13	10	9	11	
	Promedio anual	13	11	11	12	

Fuente: INASE (2012, 2013).

Con respecto al tipo de especie, en los últimos tres años las gramíneas demoraron más días en emerger que las leguminosas, lo que concuerda con lo citado anteriormente por Mc William et al. (1971).

También se observa que en el año 2011 todas las especies demoraron un día más en emerger que en los años posteriores. Probablemente esto esté ligado a que en el 2011 hubo una escasez importante de agua en verano y otoño.

Si se comparan los días pos emergencia de *Schenodorus arundinaceus* y *Trifolium pratense* para dichos años en la Evaluación Nacional de Cultivares, realizada en la EEFAS, sitio de este trabajo, se obtiene que la emergencia aquí es más tardía con una diferencia de hasta 6 días para *Schenodorus arundinaceus*.

En los cuadros siguientes se hace referencia a las especies utilizadas en el experimento para germinación y peso de mil semillas, extraídas de trabajos nacionales de implantación.

Cuadro No. 2. Porcentaje de germinación de semillas utilizadas por autores nacionales que estudiaron implantación de especies forrajeras

Autor Especie	Gomes de Freitas et al. (2011)	Blanco (2008)	Fariña (2010)	González et al. (1999)	Promedio
<i>Schenodorus arundinaceus</i>	86	92	92	75	86
<i>Trifolium repens</i>	89	69	73	90	80
<i>Lotus corniculatus</i>	59	65	.	.	62
<i>Medicago sativa</i>	91	.	.	.	91
<i>Dactylis glomerata</i>	72	.	.	.	72
<i>Bromus auleticus</i>	.	85	.	.	85

Los porcentajes de germinación son altos debido a que corresponde a la germinación de semillas en laboratorio bajo condiciones controladas y óptimas. Además las semillas que se comercializan deben presentar un porcentaje mínimo para su venta, exigencia dada por INASE.

Todas las especies mencionadas en el cuadro No.2 superan el 62% de germinación a excepción de *Lotus corniculatus*, cuya germinación promedio para dos años es inferior.

Cuadro No. 3. Peso de mil semillas (g) de autores nacionales que estudiaron implantación

Espece / Autor	Gomes de Freitas et al. (2011)	Blanco (2008)	Fariña (2010)	González et al. (1999)	Promedio	+ – Desvío
<i>Schenodorus arundinaceus</i>	2,17	2,09	2,70	2,50	2,37	±0,28
<i>Trifolium repens</i>	0,50	0,58	1,00	0,70	0,70	±0,22
<i>Lotus corniculatus</i>	1,17	1,10	.	.	1,14	±0,04
<i>Medicago sativa</i>	2,00	.	.	.	2,00	
<i>Dactylis glomerata</i>	0,67	.	.	.	0,67	
<i>Bromus auleticus</i>	.	4,20	.	.	4,20	

Con referencia al peso de mil semillas, en los casos que se encontraron datos de más de dos años para una especie, se observa que el desvío estándar es bajo oscilando entre 0,04 y 0,28. El PMS no puede ser comparado entre especies, dado que dicha característica se determina genéticamente.

### 2.1.2. Establecimiento

“El establecimiento o porcentaje de establecimiento se refiere al número de plántulas saludables que se establecen en la pastura y se expresa como porcentaje de las semillas viables sembradas” (Carámbula, 2003).

Para obtener dicho porcentaje se estima el número de plántulas presentes a los 10 a 12 semanas después de la siembra. A partir de ese momento, se hallan implantadas la mayoría de las especies que contribuirán a formar la pastura (Carámbula, 2003).

Durante esta etapa, la plántula se independiza de su propia semilla y su crecimiento y desarrollo van a estar condicionados por los nutrientes del suelo. Por eso, se debe fertilizar con fósforo a la siembra y en condiciones de chacras viejas con nitrógeno (Carámbula, 2003).

El porcentaje de establecimiento depende de la especie, la disponibilidad de nutrientes y la profundidad de siembra (Cullen, citado por Carámbula, 2003).

### 2.1.3. Datos de implantación en Uruguay

Según Carámbula (1991) la fase de implantación es particularmente crítica en el establecimiento y producción de pasturas en nuestro país. Encuestas muestran que en años normales el 28 % de las pasturas tiene problemas para implantarse, mientras que en un año desastre esta cifra es de 60 % y la tercera parte se pierde en el invierno.

Este comportamiento pone de manifiesto la existencia de problemas de manejo además de los climáticos.

Cuadro No. 4. Implantación en diferentes situaciones según año

Situación	Frecuencia de implantación		Vida útil (años)
	Año normal	Año desastre	
Sin implantación	3,2	20	-
Implantación regular	24,4	40	3,6
Implantación normal	72,4	60	6,2

Fuente: Carámbula (1991).

Según Moliterno (2000) el establecimiento de cinco mezclas forrajeras a los 80 días pos siembra fue menor a 50 %, con excepción de las que incluían a *Lolium multiflorum* en la mezcla. Este ensayo se realizó en la Unidad de suelos San Manuel sobre la Formación Fray Bentos.



Acle y Clement (2004) trabajando con seis mezclas forrajeras obtuvieron un porcentaje de implantación de 46 % a los 50 días pos siembra. La mezcla con mejor comportamiento fue la de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* logrando 63 % de implantación. Fariña y Saravia (2010) usaron dos mezclas: *Schenodorus arundinaceus-Agropyron elongatum-Trifolium repens* y *Lolium Perenne- Agropyron elongatum-Trifolium repens* y obtuvieron resultados muy similares a los anteriores autores, con un 45 % de implantación evaluada a los 60 días pos siembra. Por otro lado, Brito del Pino et al. (2008) obtuvieron un 28 % de implantación para mezclas de gramíneas perennes con leguminosas. Según Fariña y Saravia (2010) las diferencias en implantación entre estos trabajos se debe a que en el año de su ensayo las condiciones térmicas superaron el promedio histórico.

Los resultados que obtuvo Blanco (2008) fueron muy bajos, entre 17 y 20 %, dado por la escasez de lluvia a la siembra , la incidencia de raigrás espontáneo y las bajas temperaturas registradas al principio del período de evaluación.

Según Gomes de Freitas y Klaassen (2011) la implantación en su ensayo a los 90 días estuvo en un 38% para las mezclas de *Dactylis glomerata-Medicago sativa* y *Schenodorus arundinaceus- Trifolium repens- Lotus corniculatus*, a pesar de las adecuadas precipitaciones durante la época de siembra y la profundidad de siembra lograda.

Según Zanoniani<sup>1</sup>, el porcentaje de implantación promedio de mezclas forrajeras en Uruguay es de 33 %.

Por todos los datos brindados de trabajos anteriores se concluye que el establecimiento de mezclas con inclusión de gramíneas perennes difícilmente supera el 50 %

---

<sup>1</sup> Zanoniani, R. 2011. Implantación de pasturas cultivadas. In: Curso de pasturas 2013. s.p. (sin publicar)

## 2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLANTACIÓN

### 2.2.1. Factores climáticos

#### 2.2.1.1. Humedad

Se enfatiza que el éxito o la falla en implantación de forrajeras, depende de las condiciones ambientales, especialmente de la cantidad y distribución de precipitaciones registradas en el suelo luego de la siembra, debiendo ser complementada con temperaturas favorables. El volumen de agua almacenado debe ser máximo como para que las plántulas puedan alcanzar con sus raíces dicho recurso (Carámbula, 2003). Según Campbell y Swain (1974) afirman que el estrés hídrico fue el factor que causó mayor pérdidas en la muerte de semillas.

La humedad determina el tiempo que dura la emergencia de las plántulas de diversas maneras. En primer lugar, el agua es esencial en el proceso de germinación, de modo que ante alguna restricción, se reduce la misma. Es primordial que la conductancia del suelo sea alta para que la semilla pueda acceder al agua con mayor facilidad (Collins-George y Sands, Williams y Shaykewic, Hadas y Russo, citados por Benjamín, 1990). Por otro lado, el exceso de agua puede restringir la entrada de oxígeno a la semilla siendo un factor negativo para la germinación (Benjamin, 1990).

La mayoría de las investigaciones que se llevan a cabo son realizadas con agregado constante de humedad, de manera que distan de las condiciones reales donde las semillas se exponen a condiciones hídricas fluctuantes (Benjamín, 1990). Para disminuir esa deficiencia en ciertas ocasiones, Mc Williams y Dowling (1971) proponen ciertas medidas de manejo para retener el agua del suelo, entre ellas la correcta eliminación de la vegetación existente o mantener una cobertura muerta en el suelo para minimizar la evaporación. Por otro lado, más recientemente Barbarossa (2000) propone usar el riego como alternativa para obtener la humedad crítica para dicho momento.

Con respecto a las necesidades de agua para la germinación, existen diferencias entre las especies. La mayoría de las leguminosas requieren menor nivel de humedad con respecto a las gramíneas ya que la imbibición por parte de las semillas es más rápida y su capacidad de retención también. De modo, que se obtiene en menor tiempo la humedad óptima para la germinación (Mc William et al., 1970).

#### 2.2.1.2. Temperatura

En cuanto a la temperatura, tanto la del suelo como la del aire, afectan el comportamiento de las semillas. En nuestras latitudes, las temperaturas disminuyen de enero a junio, siendo óptimas para la implantación en marzo con una temperatura media de 25 grados Celsius. En mayo, las temperaturas mínimas pueden alcanzar los 5 grados Celsius siendo posible que se produzcan pérdidas de plantas y/o un crecimiento muy lento en las sobrevivientes.

Por más que cada especie posee temperaturas óptimas para germinar igual existe un rango de temperaturas dentro de las que pueden germinar. No obstante, los límites inferiores afectan en mayor medida a gramíneas perennes y leguminosas como alfalfa y lotus (Carámbula, 2003).

Durante el establecimiento, si las temperaturas muy altas se mantienen durante cuatro días seguidos se logra un calentamiento foliar excesivo que causa la muerte de un alto porcentaje de plantas (Formoso, 2007b).

Se debe tener en cuenta que tanto la humedad como la temperatura no actúan independientemente. La suma térmica requerida para la emergencia de un 50 % de las plántulas aumenta linealmente por encima de un valor umbral, con el mayor potencial del agua en el suelo (Thenhouvri, citado por Benjamín, 1990).

## 2.2.2. Factores de manejo

### 2.2.2.1. Fecha de siembra

La época de siembra está limitada a períodos en los que la humedad y temperatura son suficientemente altas como para permitir una rápida germinación y establecimiento, (Langer, 1981) de modo de lograr una mayor sobrevivencia (Carámbula, 2003).

El otoño y primavera son los períodos de siembra más comunes, siendo el más apropiado otoño (Langer, 1981). El principal motivo se debe a que la siembra en ese período permite un mayor desarrollo de la raíz y por ende más posibilidades de sobrevivir en verano (Biscayart Forrajeras, 2011).

En otoño existen dos momentos para sembrar, una es temprano en seco (antes de la lluvia) y la otra es después de la lluvia. Por una lado, en la siembra temprana se tiene la ventaja que se obtienen mejores temperaturas que estimulan la germinación. A pesar de eso es menor el tiempo disponible para eliminar malezas, con el consiguiente peligro de su posterior aparición y dominancia, así como puede existir pérdida de efectividad del inoculante. Las siembras tardías, tras las primeras lluvias, permiten un mayor período para combatir las malezas, además de la acumulación de agua, pero el inconveniente es la llegada de las bajas temperaturas (Muslera y Ratera, 1984).

Según Romero (2001) es altamente probable que el perfil esté en condiciones deficitarias de agua hasta mediados de marzo. A partir de esa fecha, el balance hídrico se hace positivo es decir, se incrementa el agua almacenada. Por otro lado, en mayo la saturación de agua es tal que impide la realización de los labores. En conclusión, entre mediados de marzo y mediados de abril son las fechas más propicias para obtener una exitosa siembra. Muslera y Ratera (1984) también sostienen que sembrando a mediados de marzo se adelanta el aprovechamiento de la pradera.

Cada especie tiene un momento en que es más favorable su siembra. Las especies de ciclo estival como alfalfa, lotus y paspalum se favorecen de una siembra más temprana a diferencia de festuca, trébol rojo y trébol blanco que se benefician de siembras más tardías por las menores temperaturas y una mayor humedad (Carámbula, 2002).

En condiciones normales de primavera se dan las condiciones de temperatura y humedad adecuadas para germinar. Sin embargo, sólo ciertas especies pueden prosperar, aquellas que poseen ciertas características morfológicas, como el tipo de raíz, ya que las hace más adaptadas a sobrevivir en verano. Entre ellas, las leguminosas perennes como alfalfa, trébol rojo, lotus, y la gramínea paspalum (Carámbula, 2003).

En las siembras muy tempranas de primavera (agosto) pueden ocurrir daños por heladas, así como también en las siembras tardías de primavera existe mayor riesgo de déficit hídrico, que puede impedir la germinación (Langer 1981, Askin 1990, Ball et al. 1991).

#### 2.2.2.2. Preparación de la sementera

Para lograr una buena sementera sin importar el método empleado se debe cumplir con ciertas funciones: brindar las condiciones propicias para las tres fases de establecimiento, eliminar las malezas, brindar un ambiente con adecuada temperatura y humedad y disponibilidad de nutrientes, que promuevan el desarrollo de las plantas junto con un equilibrio de la composición botánica (Carámbula, 1985).

#### 2.2.2.3. Siembra convencional

La siembra convencional tiene como objetivo producir una sementera uniforme, húmeda, firme, fina, libre de malezas y bien drenada. Si se logra lo anterior, se promueve un buen contacto estrecho entre la semilla y las partículas del suelo, de modo que la germinación es más rápida y uniforme evitando también que las semillas se sitúen a una profundidad mayor (Langer, 1981).

A pesar de que una cama fina es importante, la estructura del suelo debe ser buena, sino después de una intensa lluvia y un secado posterior se podría formar una corteza impenetrable (Askin, 1990).

En general, la arada es la operación inicial, especialmente en lugares donde se debe enterrar la vegetación de los cultivos previos. Si los residuos anteriores no constituyen un problema, como es el caso de un rastrojo quemado, se debe omitir la arada y realizar un laboreo superficial (Langer, 1981).

Períodos cortos de barbecho con laboreos oportunos proveen un método satisfactorio para preparar la sementera (Carámbula, 1985).

#### 2.2.2.4. Siembra directa

Los suelos bajo intenso uso agrícola presentan un acelerado proceso de degradación en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, lo cual se asocia a un menor aprovechamiento del agua, mayores daños por erosión y una tendencia a disminuir los rendimientos. Los sistemas de labranza conservacionista desarrollados en los últimos 20 años muestran a la siembra directa como un sistema que permite desacelerar los procesos de degradación y por ende permite mantener o aumentar los rendimientos (Marelli, citado por Friesen et al., 2002).

El sistema de siembra directa permite instalar las pasturas mediante dos acciones muy sencillas. La primera es la aplicación de herbicidas que controle la vegetación existente y la otra es el pasaje de la máquina de siembra directa que permita depositar la semilla en el suelo (MGAP, 2009) Este proceso es realizado sin un laboreo previo (Phillips y Young, citados por Marchesi, 1997).

La sucesión de cultivos dejando rastrojos en superficie y eliminando la manipulación mecánica del suelo, reduce a un mínimo la erosión y a su vez produce un aumento de materia orgánica por el proceso de muerte y descomposición de raíces. (Marchesi, citado por MGAP, 2009).

El “mulch” que se deja como cobertura también causa una disminución de la variación de la temperatura (Thomas 1995, García Préchac 1998, Marchesi 1999). A su vez, como la proporción de macroporos es menor en el suelo, en la siembra la temperatura en el suelo es menor por lo que puede afectar los procesos de germinación y establecimiento.

Por lo que se puede afirmar que estos suelos son más fríos afectando los procesos de germinación y establecimiento (Martino, 1997).

Según Fontaneto y Keller (2001), la siembra directa presenta mejores condiciones estructurales en comparación al laboreo tradicional. Se explica por presentar niveles de aumento más graduales a la resistencia de penetración, a diferencia de los suelos labreados que generan una densificación en las capas sub superficiales. Por otro lado, en situaciones con laboreo, la disponibilidad de nitrógeno, y fósforo es mayor los primeros años de siembra directa (Martino, 1997).

### 2.2.3. Profundidad de siembra

La ubicación precisa de la semilla en el suelo se considera el factor esencial en la implantación debido a que determina la temperatura y los rangos de humedad en el suelo y la capacidad de emerger o no (Carámbula, 2003).

Se considera primordial que las semillas estén en la profundidad adecuada según su tamaño y el tipo de terreno, y que el suelo por encima de ellas no esté muy compactado, y si ligeramente suelto, para propiciar la rápida emergencia de las plantas (Muslera y Ratera, 1984).

En general a medida que el tamaño de la semilla disminuye también debe disminuir la profundidad de siembra. Las gramíneas y leguminosas con semillas de mayor tamaño se siembran a una profundidad de 1,5-2,5 cm, mientras que las de menor

tamaño se deben sembrar más superficialmente, a 1,0-1,5 cm (Langer, 1981). Sin embargo, en mezclas forrajeras es muy probable que con profundidades entre 1,0 a 1,5 cm se logre compensar las exigencias de las diferentes especies. Se prioriza a las especies de menor tamaño ya que si se siembran en profundidad muchas plantas se perderán, unas porque germinan pero no logran emerger de suelo, otras por desarrollarse débiles y otras por ser dominadas por especies de mayor vigor (Carámbula, 2003).

#### 2.2.4. Método de siembra

##### 2.2.4.1. Siembras al voleo

La siembra al voleo resulta una mejor y más rápida cobertura que la siembra en hileras, pero la profundidad de siembra es menos precisa y en condiciones secas esto genera una emergencia lenta y desigual (Langer, 1981). No obstante en suelos bien preparados y húmedos con la semilla tapada correctamente, de manera que las semillas estén distribuidas uniformemente y con la profundidad adecuada, es posible lograr una germinación aceptablemente pareja (Carámbula, 2003).

En general las siembras de leguminosas forrajeras se siembran al voleo explicado por su pequeño tamaño de semillas que se deben sembrar a menos de 1cm de profundidad. En dicho método, para lograr una misma implantación se deben usar más semillas que en hileras (Langer, 1981).

##### 2.2.4.2. Siembras en línea

La siembra en hileras tiene como ventaja que la semilla se puede sembrar dentro de un suelo húmedo a una profundidad uniforme y muy próxima al fertilizante (Langer, 1981). La última característica conduce a una mayor eficiencia de ambos recursos (Carámbula, 2003).



Las desventajas que tiene este método es que las filas espaciadas a 15 o 18 cm dan una pobre cobertura inicial, facilitando la aparición de malezas. A su vez, el congestionamiento de semillas en la línea puede traer un rápido establecimiento de las especies de crecimiento vigoroso sombreando a las de crecimiento más lento (White, citado por Carámbula, 2003).

La implantación de las mezclas forrajeras ya sea en línea o al voleo puede presentar inconvenientes por competencia de luz, agua y nutrientes, perjudicando a las de menor vigor. Para que lo anterior no ocurra, se propone la siembra en líneas alternadas, gramíneas en línea y leguminosas al voleo, líneas cruzadas, etc. (Carámbula, 2003). Según Mínima (1960) combinando ambos métodos sembrando la gramínea en líneas de 15 cm y las leguminosas al voleo se logra un incremento en la producción de forraje y un ahorro en semillas.

#### 2.2.5. Calidad de la semilla

La semilla de calidad asegura una mejor instalación de la pastura, un mejor comportamiento durante el desarrollo, una mayor resistencia a enfermedades por adversidades climáticas y una mayor producción de forraje (Carámbula, 2003).

El valor de la semilla representa un costo alto dentro de la implantación, por eso se sugiere el uso de una semilla de calidad.

La semilla considerada como buena es aquella que cumple con los siguientes requisitos: comprende la especie o cultivar requerido, tiene un buen poder germinativo y no contiene impurezas, ni semillas de malezas u otras especies que pueden entorpecer la implantación de la pastura (Carámbula, 2003).

El primer atributo para evaluar una semilla es la calidad genética, es decir, como se adapta el cultivar, y el segundo atributo es la calidad analítica del producto

final. Con respecto a la calidad analítica, cuanto mayor sea la energía germinativa, poder germinativo y germinación total, y menor sea el porcentaje de semillas duras y malezas, se corresponderá con un mejor rendimiento de las mismas (Carámbula, 2003).

El peso de mil semillas, se correlaciona positivamente con el tamaño de la semilla. Es decir, a mayor tamaño mayor peso de semilla, mayor velocidad de germinación, mayor vigor de plántulas, mayores porcentajes de implantación, mayor producción de raíces, menor tiempo para iniciar el crecimiento de tallos y por ende mayor sobrevivencia frente a condiciones climáticas adversas (Formoso, 2007a).

Con respecto a la pureza física del lote se debe tener especial cuidado que las impurezas sean las mínimas requeridas. De no ser así, la competencia inicial puede ocasionar pérdidas en la implantación y en caso de ser muy agresivas pueden condicionar la persistencia de la pastura (Carámbula, 2003).

Según Formoso (2007b) cuando aumenta el tamaño de las semillas, su vigor aumenta y las muertes de plantas frente a mayores profundidades de siembra son menores, dado su mayor contenido de reservas que le permiten salir a superficie.

Cuadro No. 5. Estándares mínimos exigidos para semillas de la categoría certificada para las especies utilizadas

	<i>Bromus auleticus</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Schenodorus arundinaceus</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Trifolium repens</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
Semilla pura (%)	96,0	90,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
Materia inerte (%)	4,0	10	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Otras semillas (%)	0.5	1,0	1,0	0.6	0.6	0.6	0.6
Germinación (%)	80,0	75,0	75,0	80,0	80,0	80,0	75,0

Fuente: INASE (s.f.).

Las exigencias en calidad de semilla de la categoría certificada vs la comercial es similar en valor de germinación, semilla pura y materia inerte, difieren en que el período de rotación sin el mismo cultivar, él cual es menor para la categoría comercial y se admiten mayores números de otras semillas y plantas fuera de tipo en esta categoría.

## 2.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES UTILIZADAS

### 2.3.1. Gramíneas

#### 2.3.1.1. *Bromus auleticus* (bromus)

*Bromus auleticus* es una especie nativa que es posible encontrar en campos vírgenes o de rastrojo muy antiguo (Rosengurtt, 1946). Se crearon cultivares nacionales en base a ecotipos colectados en diferentes regiones del Uruguay (García et al., 1991).

Se caracteriza por tener hojas finas de color claro, con pilosidad variable que tienden a formar matas de hábito semierecto (García et al., 1991). Es una planta cespitosa, sin rizomas ni estolones, apetecibles y de muy buena calidad (Carámbula, 2002).

Al ser una especie autóctona se adapta a un amplio rango de suelos, desde Brunosoles, suelos arenosos o con textura media, y basaltos superficiales. También se adapta a un amplio rango de pH, materia orgánica y niveles de fósforo (Olmos, 1993).

Para su implantación prefiere suelos bien drenados, temperaturas mayores a 10 grados Celsius y poco pisoteo (Carámbula, 2002). La mejor fecha para su implantación es desde fines de mayo a principios de junio. Una vez implantada, su crecimiento comienza a ser muy lento pudiéndose recién pastorear el otoño siguiente (Olmos, 1993). Para 64 accesiones de diferentes lugares del país, la emergencia promedio fue a los 10 a 12 días, con un grado de germinación y establecimiento muy bueno (Freire y Methol, 1982).

Para asegurar una densa cobertura de plantas de *Bromus auleticus* se debe sembrar a razón de 40 kg/ha. Las principales razones para recomendar esa excesiva cantidad de semilla son: su lento crecimiento inicial en el primer año genera una desventaja con respecto a las otras especies y que el porcentaje de germinación no supera el 80 % (Olmos, 1993).

*Bromus auleticus* presenta buen comportamiento tanto en praderas convencionales, en siembras en cobertura o por otros métodos de remoción de la pastura (Olmos, 2001).

Debido a que presenta resiembra cada 2 o 3 años es conveniente permitir su semillazón como forma de favorecer su persistencia. No se aconseja sobrepastorear la pastura en verano, pues de eso modo tendrá un pobre rebrote en otoño (Carámbula, 2002).

El cultivar *INIA Tabobá* se destaca por su producción anticipada en otoño. A su vez, si se logra un manejo apropiado este puede persistir por más de ocho años. Si se siembra junto con *Lotus corniculatus*, la densidad óptima debe ser entre 30 kg/ha y 40 kg/ha (Bemhaja, 2001).

#### 2.3.1.2. *Schenodorus arundinaceus* (festuca)

*Schenodorus arundinaceus* es una de las gramíneas perennes más utilizadas en la región considerándose un componente primordial en la mayoría de las pasturas sembradas (Carámbula, 2002).

Es una planta perenne, erecta, con un crecimiento en forma de macollas densas. Sus hojas son ásperas en la parte superior y brillante y suave en el envés. En su base tiene unos tallos subterráneos o rizomas en los cuales se acumulan las sustancias de

reservas. Su sistema radicular es denso por lo tanto se considera muy apto para el pastoreo incluso en suelos húmedos (Muslera y Ratera, 1984).

Festuca se adapta a suelos diversos, tanto ácidos como alcalinos y soporta el pobre drenaje. Pero si se quiere lograr niveles de producción aceptables, requiere condiciones fértiles para crecer (Langer, 1981).

La implantación de festuca es lenta debido a que sus plántulas son muy poco vigorosas, esta característica se presenta como una desventaja frente a otras especies. Esto se debe a la baja movilización de las reservas de las semillas, que tiene como consecuencia un crecimiento lento de la raíz (Carámbula, 2002).

Según García y Rebuffo (1998) el método con el que se siembra festuca es una determinante primordial para lograr una buena implantación. La festuca sembrada en línea obtuvo un 15 a 30 % más de implantación con respecto a las sembradas al voleo, especialmente cuando las condiciones para el desarrollo de la pastura no son muy favorables.

La producción en el primer año es baja ya sea si se siembra en otoño o en primavera. Su producción es menor comparándola con *dactylis* o raigrás (Muslera y Ratera, 1984).

El rebrote en primavera produce un forraje de buena calidad que puede ser aprovechado mediante el pastoreo. Una vez que empieza el encañado, la espigazón se produce muy rápidamente y el forraje pierde calidad (Muslera y Ratera, 1984). La falta de apetecibilidad en etapas avanzadas es uno de los principales inconvenientes que presenta esta gramínea (Carámbula, 2002).

Festuca al reponer rápidamente sus reservas después de una defoliación, admite pastoreos intensos y bastantes frecuentes, pero no continuos (Muslera y Ratera, 1984). Su rápido rebrote se explica por la presencia de rizomas cortos, sustancias de reservas en las raíces y el alto remanente de hojas que queda luego del pastoreo (Mackee, citado por

Carámbula, 2002). Los intervalos no deben ser superiores a 10 cm de altura ya que si supera este valor la planta pierde apetecibilidad y debería ser cortada para heno o ensilaje (Langer, 1981).

Para lograr una buena persistencia, se debe obtener un buen desarrollo radicular desde fines de otoño a primavera, para que en condiciones de sequía pueda acceder al agua. A su vez, no se puede sobrepastorear la pastura en verano ya que podría afectar los rebrotes en otoño, que es uno de los principales atributos de la pastura (Carámbula, 2002).

Por su gran capacidad de rebrote, es conveniente que tenga un sostenido suministro de nitrógeno, ya sea por fertilizantes nitrogenados o con la siembra de leguminosas asociadas (Carámbula, 2002).

El cultivar INIA Aurora tiene una floración muy temprana (de tipo continental), muy resistente a roya y persistente. Es una especie muy tolerante a las altas temperaturas de verano, confiriéndole más adaptabilidad para combatir el enmalezamiento estival de gramilla, de modo que es muy aconsejable usarlo en el norte de Uruguay (Gutiérrez, 2010).

El carácter distintivo de este cultivar es su rápida implantación y alta producción de forraje todo el año. En todas las estaciones, INIA Aurora supera a Tacuabé en rendimiento de forraje con incrementos importantes en primavera y verano (Ayala et al., 2010).

#### 2.3.1.3. *Dactylis glomerata* (dactylis)

*Dactylis* es una gramínea perenne invernifera, cespitosa, con macollos achatados. Sus hojas son de color apagado o verde azulado, tiene una nervadura central prominente y no tiene aurículas. La inflorescencia es una panoja con espiguillas amontonadas y cada espiguilla tiene 3 a 5 florecillas (Langer, 1981).

Puede adaptarse a suelos livianos de fertilidad mediana, pero su mejor desarrollo se obtiene en suelos francos de buena fertilidad. Tiene buena resistencia a la acidez y se destaca por su tolerancia a la sombra, lo cual le permite desarrollarse en siembras asociadas con cultivos aunque no tolera los excesos de humedad (Carámbula, 2002).

El crecimiento inicial es más vigoroso que el de festuca, pero menor que el de raigrás perenne, produciendo un aumento rápido en el número de macollas, lo que favorece una buena implantación y generalmente un mayor rendimiento que festuca y falaris en el año de siembra (Bautés y Zarza, citados por Carámbula, 2002).

Se aconseja una siembra temprana en otoño antes de las primeras heladas, pues de lo contrario, se puede condicionar su desarrollo quedando plantas de menor tamaño. Su sistema radicular es superficial, por lo tanto es más sensible a la sequía. Es preferible evitar suelos pesados y muy mojados porque el desarrollo de la raíz no sería bueno (Muslera y Ratera, 1984).

Se adapta a defoliaciones frecuentes pero no intensas debido a que las reservas se encuentran en las bases de las macollas y en la vaina de las hojas, a diferencia de festuca o falaris cuyas reservas se encuentran lejos del alcance del animal, ya que de lo contrario los animales podrían consumir las reservas de la planta (Carámbula, 2002).

Para favorecer la persistencia de la especie, se debe tener especial cuidado en el verano pues es el período crítico. Su manejo debe promover una buena producción de raíces y mantener áreas foliares adecuadas debido a que no posee latencia estival en el mismo. Su sistema radicular es superficial y está activo todo el año (Carámbula, 2002). Ante un verano seco *dactylis* puede peligrar su persistencia por su sistema radicular y la acentuada apeticibilidad que tienen los animales sobre los rebrotes tiernos (Rosengurtt, 1946).

El cultivar Perseo se destaca de la mayoría de los cultivares por su floración temprana. Según la Evaluación nacional de cultivares INASE-INIA, Perseo presenta una muy buena persistencia y altos rendimientos, como se presenta a continuación.

Cuadro No. 6. Rendimientos de forraje de diferentes cultivares de *Dactylis glomerata* según año de vida (relativos al cultivar Porto)

	1 año	2 año	3 año	Total
Perseo	105	105	109	105
INIA LE Oberón	107	104	102	103
Porto	100	100	100	100
100= kg MS/ha	6634	9460	5726	21850

Fuente: tomado de INIA e INASE por Ayala et al. (2010).

### 2.3.2. Leguminosas

#### 2.3.2.1. *Trifolium repens* (trébol blanco)

Su origen está en el Mediterráneo por lo tanto en Uruguay se considera como leguminosa subespontánea (Acle y Clement, 2004). Es una especie glabra, de hábito postrado, con muchos tallos extendiéndose sobre la superficie del suelo y produciendo raíces adventicias en cada nudo (Langer ,1981).

Se trata de una leguminosa perenne invernada aunque su mayor producción se da en primavera. Presenta alta producción de excelente calidad de forraje. Su persistencia con manejos intensivos y la habilidad para competir con gramíneas perennes, a la vez de cederles nitrógeno, contribuye a que sea una de las mejores especies del mundo (Carámbula, 1977, 2002, 2007).

El establecimiento de trébol es más lento que el de las gramíneas que pueden acompañarla en la pradera. La principal competencia se da con raigrás sobre todo si el



suelo es fértil. En cambio, si se lo mezcla con festuca o dactylis la competencia es menor dado que también son de establecimiento más lento. (Muslera y Ratera, 1984).

Se caracteriza por ser una planta muy exigente en luz y muy sensible a la sequía probablemente por sus raíces superficiales. Su crecimiento necesita grandes cantidades de fósforo, y es menor en suelos pobres, muy ácidos o arenosos. Es poco tolerante a la salinidad (Muslera y Ratera, 1984).

El trébol blanco se siembra mayoritariamente en mezclas, con excepción de los que se destinan para semilleros. Cuando va a ser pastoreado requiere acompañarse de una gramínea, de lo contrario el forraje producido puede ser desbalanceado y potencialmente riesgoso de causar meteorismo (Carámbula, 2002).

Las cualidades más importantes que presenta son: el elevado valor nutritivo y su habilidad para fijar cantidades altas de nitrógeno. Si bien el trébol rojo y el blanco fijan la misma cantidad de nitrógeno, el trébol blanco presenta doble capacidad de donarlo a la gramínea asociada (Carámbula, 2002).

El trébol blanco se adapta muy bien a un pastoreo intensivo y los altos rendimientos de materia seca se deben a que posee cinco atributos muy positivos: porte rastrero, meristemas contra el suelo, índice de área foliar bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior y hojas maduras en el estrato superior (Carámbula, 2002).

Según Smethan, citado por Mulera y Ratera (1984) la persistencia se debe principalmente a la formación y enraizamiento de estolones. Incluso en praderas muy pastoreadas, una cierta proporción de las inflorescencias produce semillas. De estas un 80% son duras y permanecen en el suelo como reserva ante situaciones de sequía o sobrepastoreo y pueden germinar y llegar a sustituir a las plantas perdidas.

El cultivar Zapicán es el material de trébol blanco más usado en el país. Es de hoja intermedia, con muchos estolones, floración temprana y abundante. Prospera en suelos de textura media o pesada con alta fertilidad y elevados niveles de fósforo. Se

diferencia del resto de los materiales por su producción en invierno y floración abundante. A partir del tercer año su persistencia se reduce, por lo tanto se debe asegurar la resiembra (García, citado por Gomes de Freitas y Klaassen, 2011). En la mayoría de los cultivares evaluados en la Estanzuela la floración es inferior a la del cultivar Zapicán (García, 1995b).

El cuadro No.8 ilustra como el cultivar Estanzuela Zapicán se destaca por mayor rendimiento y persistencia con respecto a los cultivares Lucero y Haifa (Ayala et al., 2010).

Cuadro No. 7. Rendimientos de forraje de diferentes cultivares de *Trifolium repens* según año de vida (relativos al cultivar Zapicán)

	1 año	2 año	3 año	Total
E. Zapicán	100	100	100	100
El Lucero	89	70	52	76
Haifa	67	74	64	70
100= kg MS/ha	6307	7025	3180	15320

Fuente: tomado de García por Ayala et al. (2010).

### 2.3.2.2. *Trifolium pratense* (trébol rojo)

Es una especie perenne de vida corta proveniente de regiones templadas subárticas. Presenta un crecimiento aéreo muy ramificado, semierecto, que contiene una corona situada por encima de la superficie del suelo (Langer, 1981).

El establecimiento inicial es bueno debido al tamaño de la semilla. Esto, le permite un vigoroso crecimiento inicial con elevada producción de forraje en el primer año de siembra; no obstante se considera una especie bianual principalmente por las enfermedades de raíz y corona y la resiembra poco eficiente (Carámbula, 2002).

A pesar de ser una especie bianual, se considera un buen complemento en mezclas perennes debido a que compensa la baja producción de la pradera en el primer año. Se aconseja sembrarla temprano en el otoño, dado que sus plantas son sensibles al frío (Carámbula, 2002).

Se adapta a todo tipo de suelos inclusive los ácidos y tolera el exceso de humedad en invierno. Se la considera como sustitutivo de la alfalfa en suelos ácidos (Muslera y Ratera, 1984). Debido a su sistema radicular medianamente profundo se adapta muy bien al riego y se la considera junto a *dactylis* una mezcla de gran producción estival (Carámbula, 2002).

El trébol rojo no tolera pastoreos intensivos y frecuentes como el trébol blanco. Un pastoreo intensivo y prolongado podría ocasionar una rápida muerte de plantas por el agotamiento de las reservas al rebrotar en la corona (Langer, 1981).

#### 2.3.2.3. *Lotus corniculatus* (lotus)

*Lotus corniculatus* es una leguminosa perenne de ciclo estival. Sus hojas son sésiles y constan de cinco folíolos: uno terminal, dos opuestos y dos en la base del pecíolo. Presenta una raíz pivotante y profunda con una corona en su parte superior y muchas raíces secundarias haciendo de ella la leguminosa más resistente a la sequía (Muslera y Ratera, 1984).

Su establecimiento inicial es lento y difícil debido a la exigencia en luz y su baja competencia frente a las otras especies de la pradera. A pesar de eso, una vez que logra establecerse puede persistir muchos años (Muslera y Ratera, 1984).

Respecto a su adaptación es sumamente plástica pues se adapta tanto a suelos arenosos como arcillosos, secos como húmedos, ácidos como alcalinos y hasta con poco fósforo o potasio. Sin embargo, responde muy bien al agregado de fósforo y al encalado

aunque en menor medida que trébol blanco y alfalfa (Langer, 1981). A su vez, ante condiciones de baja fertilidad es capaz de competir con mayor éxito por los nutrientes (Mouat, citado por Langer, 1981).

Otra característica destacable en relación al resto de las leguminosas, es la ausencia de efectos como el meteorismo en los animales que la comen. La presencia de taninos condensados mejora la utilización de la proteína por parte de los animales evitando la formación excesiva de espuma en los animales (Díaz, 1995).

La defoliación en *Lotus corniculatus* no puede ser muy intensa, como en el caso de la alfalfa, ya que reduciría muchísimo sus puntos de crecimiento. Los mismos se encuentran ubicados en la parte inferior de los propios tallos, por lo tanto el manejo del pastoreo debe ser rotacional y no muy fuerte (Muslera y Ratera, 1984). Lo ideal es comenzar cuando el *Lotus corniculatus* tiene una altura de 20 a 25 cm y si el pastoreo es continuo deberá ser muy aliviado hasta 7,5cm (Carámbula, 2002).

La persistencia del *Lotus corniculatus* suele verse afectada por enfermedades causadas por hongos en la raíz y corona, tales como *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solanii* (Altier, 1996).

El cultivar San Gabriel es el más usado en Uruguay, se caracteriza por producir forraje todo el año con un descenso en invierno debido a la baja temperatura (Formoso, 1993).

#### 2.3.2.4. *Medicago sativa* (alfalfa)

*Medicago sativa* es una especie perenne estival con una morfología que varía desde erecta a rastrera. Posee una raíz pivotante de hasta 8 a 10 m que se orienta perpendicularmente permitiéndole alcanzar el agua en capas profundas y muchas raíces secundarias entre los 30 a 60 cm. Presenta un ensanchamiento llamado corona que es el asiento de las yemas que dan origen a los tallos (Carámbula, 2002).

La elección de la chacra y la calidad del suelo son factores claves para determinar una buena implantación de *Medicago sativa*. Requiere un pH neutro (no tolera los ácidos), textura media a liviana, buen drenaje y profundidad. Debido al tipo de raíz pivotante y profunda tolera muy bien la sequía (Rebuffo, 2000).

La máxima producción de alfalfa se alcanza en primavera pues es la época en que la temperatura y disponibilidad de agua favorecen su crecimiento. Sin embargo en verano, como las condiciones climáticas son menos favorables, su comportamiento se hace más variable dependiendo de las reservas del suelo y la profundidad de la misma. En otoño, debido su producción relativamente baja, su manejo debe ser cuidadoso para promover su supervivencia y productividad (Carámbula, 2002).

La alfalfa es una forrajera con hábito de crecimiento arbustivo que se adapta a pastoreos rotativos, poco frecuentes, intensos y de corta duración. Se recomienda iniciar el pastoreo en 10% de floración, en este estado la planta registra valores de acumulación de reservas próximos a los máximos. Otro indicador para iniciar la defoliación, es el crecimiento de nuevos tallos que emergen desde la base o corona de plantas (rebrote basilar). En cuanto a la intensidad máxima se propone 5 cm, debido a que ese reservorio permite asegurar un adecuado rebrote axilar (Formoso, 2000). Según Carámbula (2002) se debe hacer especial hincapié en respetar los períodos de descanso del pastoreo, en caso contrario no conviene sembrarla, pues la planta brota a partir de las reservas.

Su época de siembra se extiende desde otoño a invierno incluyendo el inicio de la primavera dado que su temperatura de germinación varía entre 5 y 35 grados Centígrado. A pesar de eso, sus óptimas condiciones se dan en otoño (marzo-abril) con temperaturas entre 19 y 25 grados centígrados (Rebuffo, 2000). Esto le permite llegar al verano con una planta más desarrollada para afrontar una posible sequía estival (Acle y Clement, 2004).

El cultivar Chaná presenta baja latencia invernal, plantas de porte erecto, tallos largos y fecha de floración intermedia. Se destaca por una muy buena productividad

durante todo el ciclo de crecimiento pudiendo producir el 50 por ciento del forraje total en verano. Su rápida recuperación después del corte permite lograr hasta seis cortes en el año. Tiene buena producción frente a enfermedades foliares, floración abundante, y persiste mediante polinizadores (García et al., 1991).

## 2.4. MEZCLAS

### 2.4.1. Características de las mezclas

Una mezcla es una población artificial formada por varias especies con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas en las que al menos uno de los componentes es perenne (Carámbula, 2002).

Las pasturas puras en comparación con las mezclas tienen mayor implantación, mayor facilidad para seleccionar un herbicida selectivo, y si son manejadas incorrectamente es más probable que dominen las menos palatables como puede darse en mezclas (Van y Hall, 2007). A su vez, las especies sembradas puras tienen mayor rendimiento ya que se puede aplicar el mejor manejo para cada una en particular (Carámbula, 2002).

Por otro lado, las razones que justifican el uso de mezclas en lugar de un cultivo puro son las siguientes.

La reducción del agregado de nitrógeno, ya que este es aportado por la fijación biológica de las leguminosas, las que a su vez permiten que la pastura contenga una mayor cantidad de proteínas y calidad. Se adaptan mejor a diferentes condiciones de suelo y generan menos meteorismo que las leguminosas puras (Van y Hall, 2007). Schneiter (2005) agrega otras razones como la mayor producción, uniformidad estacional y menor variabilidad interanual.

A nivel global para formular una mezcla se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: adaptación edáfica, zona geográfica, destino del recurso, duración de la pradera, momento de aprovechamiento, manejo compatible del pastoreo y sistema de producción (Correa, 2004).

Según Van y Hall (2007) el principal requisito a tener en cuenta para componer las pasturas es crear mezclas simples con una leguminosa y una gramínea. Es imprescindible que estas maduren en fechas similares, tengan similar palatabilidad y se adapten al mismo tipo de manejo. Siendo esencial también la no inclusión de especies de alto crecimiento que puedan desplazar a las perennes.

Las mezclas se pueden clasificar en mezclas ultra simples, mezclas simples y mezclas complejas dependiendo del número de especies que la conformen. Las mezclas ultra simples están formadas por una gramínea y una leguminosa ambas de ciclo invernal o estival, se puede citar como ejemplo: festuca y trébol blanco. Las mezclas simples se conforman de una ultra simple más una leguminosa o gramínea de ciclo complementario como el caso de festuca, trébol blanco y lotus. Por último en las mezclas complejas (varias gramíneas y leguminosas) las especies pueden ser de ciclos similares como por ejemplo festuca-falaris-dactylis-trébol blanco y trébol rojo, o de ciclos complementarios (Carámbula, 2002).

La combinación de especies de ciclo invernal con especies de ciclo estival es más productiva que los respectivos “monocultivos” (mezclas invernales y mezclas estivales). Ello se debe a que la combinación de diferentes respuestas al clima permite una explotación más eficiente al ambiente total, que cada una por separado (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Con mezclas simples de especies el manejo es más fácil y el potencial de crecimiento individual se alcanza con mayor facilidad, por una menor competencia inter específica. A diferencia las mezclas complejas que al ser muchas especies, es difícil encontrar las condiciones óptimas para la implantación y manejo de todas (Langer,

1981). Siendo recomendable usar hasta cuatro especies por mezcla para optimizar la implantación (Hall y Vough, 2007).

La inclusión de una gramínea perenne en la mezcla es fundamental para lograr mayor persistencia en la pastura. Esto se debe a que la leguminosa a medida que envejece se va raleando y la gramínea ocupa esos espacios impidiendo la invasión de malezas, determinando un menor engramillamiento (Formoso, 2010). Otra razón para su inclusión se debe a que si las leguminosas acompañantes fallan, fertilizando a las gramíneas se puede obtener un alto rendimiento (Carámbula, 2002).

Según Formoso (2010) a medida que aumenta el número de especies que integra una mezcla, la producción individual de cada especie disminuye. Sin embargo la suma de los aportes de cada una, incrementa sustancialmente la producción total de la mezcla.

#### 2.4.2. Mezclas utilizadas en la tesis

##### 2.4.2.1. *Bromus auleticus* - *Lotus corniculatus*

Se aconseja sembrar bromus con leguminosas en baja cantidad, debido a la importante respuesta de bromus a la fertilización nitrogenada (Olmos, 1993). La mezcla de bromus con lotus es ventajosa, debido a que ambas poseen un lento establecimiento, tienen ciclos complementarios y manejadas correctamente perduran muchos años.

Si bien la mezcla de bromus con trébol blanco tiene un aporte de nitrógeno superior a la mezcla con lotus, el manejo óptimo para trébol blanco (intenso y frecuente) no es tolerado por bromus. La mezcla con trébol rojo se descarta porque es una especie más vigorosa, que ejerce mayor competencia sobre bromus y es usada en praderas de corta duración por su menor persistencia (Olmos, 1993).



#### 2.4.2.2. *Schenodorus arundinaceus* -*Trifolium repens*- *Lotus corniculatus*

La mezcla de festuca, trébol blanco, lotus es muy usada para rotaciones largas explicado por su buen comportamiento (Formoso, citado por Carámbula, 2002). Esto se debe a que la festuca y el trébol blanco combinan muy bien juntas, ya que ambas se adaptan al mismo manejo y a las mismas condiciones (suelos pesados, húmedos y fértiles), sumado a la presencia de una leguminosa estival como el lotus que alarga el ciclo productivo de la pastura hacia el verano (Hall y Vough, 2007).

#### 2.4.2.3. *Dactylis glomerata* – *Medicago sativa*

El dactylis al ser una especie con baja agresividad, permite lograr mezclas bien balanceadas siempre y cuando la leguminosa acompañante tenga un manejo similar. La misma si se mezcla con alfalfa debe ser con un cultivar que sea resistente al frío y que tengan un crecimiento temprano en primavera (Carámbula, 2002).

A su vez, se aconseja sembrar a la alfalfa con solo una gramínea acompañante dada que si se siembra con dos gramíneas se genera una competencia entre ambas. Esta fuerte competencia, podría determinar que la gramínea dominante elimine a la otra, ocasionando un espacio libre para la invasión de malezas (Muslera y Ratera, 1984).

La gramínea acompañante se debe elegir en función del clima y del terreno (Muslera y Ratera, 1984). Schneiter (2005) afirma que alfalfa en mezcla con una gramínea complementaria y productiva obtiene entre un 10 a 20 % más de producción comparándola con su monocultivo.

La asociación de la alfalfa con una gramínea permite la regularización de la producción durante todo el año. Ello se debe, a que la alfalfa produce más en verano que las gramíneas que dominan en otoño y primavera. Siendo conveniente combinarla con una especie de ciclo tardío como dactylis para lograr una mejor utilización de ambos. Además, el dactylis se adapta muy bien dado su hábito de crecimiento erecto, floración tardía y buen potencial estival (García, 1995a). La asociación entre alfalfa y dactylis

permitió obtener producciones en el orden de 10000 kg MS/ha/año superiores a las obtenidas en mezclas con trébol rojo (Otondo et al., 2009).

Según Viglizzo, citado por Gomes de Freitas y Klaassen (2011) la alfalfa asociada a gramíneas perennes en pasturas mezclas mejoran la estructura de los suelos. La razón se debe a que las raíces en cabellera de las gramíneas se favorecen por el nitrógeno aportado por la leguminosa. De este modo, se genera un fuerte anclaje de las partículas del suelo evitando la disgregación del suelo, reduciendo el riesgo potencial a la erosión.

#### 2.4.2.4. *Dactylis glomerata- Trifolium pratense- Lotus corniculatus*

En mezclas forrajeras, dactylis se asocia muy bien con lotus y trébol rojo (García, 1995a). Dactylis y lotus se mezclan muy bien porque ambas admiten un pastoreo frecuente pero no muy intenso, en dactylis esto se debe a que las reservas se encuentran en la base del tallo y macollos. Además dactylis y trébol rojo se adaptan a suelos con fertilidad media a pesada, pero bien drenados y al ser de poca persistencia, se usan en mezclas de corta duración. En este experimento, como se busca praderas de larga duración es conveniente incluir otra leguminosa perenne de vida larga como lotus. A su vez, lotus es un cultivar muy plástico que se adapta a un amplio rango de suelos (Carámbula, 2002).

Las mezclas de dactylis con trébol rojo se asocian en lugares húmedos o donde sea factible el uso del riego, ya que dichas especies podrán sobrevivir mejor el verano y producir buenos volúmenes de forraje si se disponen de cantidades apropiadas de agua (Carámbula, 2002).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES

##### 3.1.1. Lugar experimental y período

El presente trabajo se realizó en el departamento de Salto en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía E.E.F.A.S, a 21 km 200 metros de la capital departamental, sobre la ruta 31. El período de estudio comprendido fue desde el 22 de abril al 21 de julio del 2014.

##### 3.1.2. Descripción del sitio experimental

El experimento se llevó a cabo en el potrero 25, el mismo se sitúa sobre una ladera suave orientada hacia el Norte con una pendiente suave a moderada con un 2 % aproximadamente.

El área experimental está sobre La unidad de suelos Itapebí-Tres Árboles, la que se caracteriza por la predominancia de suelos basálticos de moderada a alta profundidad.

##### 3.1.3. Descripción de suelo del área experimental

Se caracteriza por ser un suelo de buena profundidad para la actividad agrícola, el color es pardo a pardo muy oscuro llegando a pardo amarillento en el horizonte C, de textura pesada a muy pesada con una diferenciación textural media. A su vez, en el horizonte BC comienzan a aparecer concreciones de  $\text{CaCO}_3$  y también se pueden ver películas de arcilla (Blanco, 2008).

Según la carta de suelos y una calicata realizada, el suelo en el potrero es el Brunosol éutrico.

Cuadro No. 8. Descripción del perfil de suelo del área experimental

Horizonte	Profundidad (cm)	Color	Textura	Estructura	Transición
A	0-11	pardo oscuro	Arcilloso-limoso	Bloques moderados	Gradual
AB	11-22	pardo oscuro	Arcilloso-limoso	Bloques subangulares	Gradual
Bt1	22-57	pardo muy oscuro	Arcilloso-limoso bien pesado	Bloques angulares	Gradual
BC	57-82	pardo oscuro	Arcilloso-limoso pesado	Bloques angulares	Concreciones de CaCo <sub>3</sub>
C	52	pardo amarillento	Franco-limoso	Débil	Presencia de Basalto

Fuente: Blanco (2008).

#### 3.1.4. Características de las semillas

Las semillas utilizadas en el experimento corresponden a las siguientes especies: bromus, dactylis, festuca, lotus, trébol blanco, trébol rojo, alfalfa. Dichas semillas se mezclaron formando una asociación entre un componente de gramínea junto con uno o dos de leguminosas.

Cuadro No. 9. Calidad de las semillas usadas en las mezclas y cultivares empleados

Especie	Bromus	Dactylis	Festuca	Alfalfa	Trébol Blanco	Trébol rojo	Lotus
P.G (%)	43,0	87,0	91,0	80,0	96,0	94,0	92,0
Pureza (%)	99,2	95,6	99,5	99,8	98,1	99,1	98,3
PMS (g)	5,2	0,9	2,3	2,2	0,7	1,8	1,4
Cultivar	INIA Tabobá	INIA Perseo	INIA Aurora	Estanzuela Chaná	Estanzuela Zapicán	Estanzuela 116	San Gabriel

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de semillas de INIA La Estanzuela.

Referencias:

- Poder germinativo
- PMS: Peso de mil semillas

### 3.1.5. Antecedentes del área experimental

La rotación anterior a la siembra del experimento fue moha- trigo, una vez finalizado el trigo el suelo quedó cubierto únicamente por su rastrojo. La cama de siembra se preparó a través del método convencional. Primero se pasó una excéntrica dos meses antes a la siembra y el 11 de marzo se fertilizó y se pasó una rastra de dientes para en emparejar el suelo. La fertilización consistió en 250 kg/ha del fertilizante 0/40/0 para que no haya niveles limitantes de  $P_2O_5$ . El 13 de marzo se marcó el terreno delimitando las diferentes parcelas.

Un día previo a la siembra se aplicó Flumetsulan (Preside.500cc/100 l agua) como preemergente de malezas de hoja ancha. La siembra se realizó entre el 25 y el 28 de marzo, inoculando las leguminosas un día previo a la misma. La mezcla de *Bromus auleticus* se sembró el 14 de mayo debido a que no fue posible disponer de su semilla con anterioridad. En dicho tratamiento al igual que para las otras mezclas se pasó una rastra de dientes 20 días previos a la siembra pero no se realizó la aplicación de Flumetsulan.

La siembra de las gramíneas y de *Medicago sativa* se realizó con una sembradora Agrícola Italiana SNT-3-290 de cinco cuerpos, con una distancia de 13 cm entre cada uno y a 1 cm de profundidad, las restantes leguminosas fueron sembradas al voleo.

El 24 de abril, un mes después de haber instalado la mayoría de las mezclas, se instaló el FDR. Es un dispositivo que contiene un sensor que a través de sus varillas metálicas y un emisor receptor de impulsos eléctricos, mide el tiempo que tarda en recorrer las varillas según la cantidad de humedad. Se usa para medir el contenido de agua en el suelo, contenido volumétrico (HV%). Es preciso porque mide muy bien la capacitancia que es la propiedad física asociada al contenido de agua.



Ilustración No. 1. Sensor FDR ubicado en el sitio experimental.

### 3.1.6. Tratamientos

Los tratamientos fueron ocho, cuatro mezclas forrajeras con y sin riego, con tres repeticiones. Se evaluó el porcentaje de implantación de la mezclas y de las especies componentes de la mismas.

Las cuatro mezclas usadas fueron:

1. *Bromus auleticus* + *Lotus corniculatus*
2. *Dactylis glomerata* + *Medicago sativa*
3. *Schenodorus arundinaceus* + *Trifolium repens* + *Lotus corniculatus*
4. *Dactylis glomerata* + *Trifolium pratense* + *Lotus corniculatus*

El número de semillas viables sembradas/ m<sup>2</sup> de cada mezcla se obtuvo sumando el número de semillas viables sembradas de cada especie integrante de la misma. Para calcular las semillas viables sembradas de cada especie se corrigió la densidad de semillas por pureza (%), luego con el peso de mil semillas (PMS) se obtuvo el número de semillas sembradas el que se corrigió por el porcentaje de germinación (P.G%). El porcentaje de germinación, el peso de mil semillas, y el porcentaje de pureza se obtuvo de los resultados de laboratorio de INIA La Estanzuela. En el caso de las especies con semillas duras (S.D %) como trébol blanco (45%), trébol rojo (23%) y lotus (6%) se corrigió el porcentaje de germinación con la siguiente ecuación:

En el caso de tener > 20% S.D se calculó  $P.G.corr = P.G\% - S.D\% + (S.D\% / 4)$

En el caso de tener < 20% S.D se calculó  $P.G.corr = P.G\% - S.D\% + (S.D\% / 2)$

Cuadro No. 10. Densidad de siembra y número de semillas viables/m<sup>2</sup> para mezcla festuca + trébol blanco + lotus

	Kg semilla/ha	Pureza (%)	g semilla/m <sup>2</sup>	PMS	PG (%)	No. semillas viables /m <sup>2</sup>	No. semillas viables /m <sup>2</sup> Mezcla
Festuca	12,5	99,5	1,24	2,30	91,0	492	
Trébol blanco	3,0	98,1	0,29	0,75	62,5	245	
Lotus	8,0	98,3	0,78	1,40	89,0	500	

Cuadro No. 11. Densidad de siembra y número de semillas viables/m<sup>2</sup> para mezcla dactylis + trébol rojo + lotus

	kg semilla/ha	Pureza (%)	g semilla/m <sup>2</sup>	PMS	PG (%)	No. semillas viables /m <sup>2</sup>	No. semillas viables /m <sup>2</sup> Mezcla
Dactylis	8,9	95,6	0,85	0,9	87	822	
Trébol rojo	6,0	99,1	0,6	1,8	77	254	
Lotus	8,0	98,3	0,7	1,4	89	500	



Cuadro No. 12. Densidad de siembra y número de semillas viables/m<sup>2</sup> para mezcla dactylis + alfalfa

	kg semilla/ha	Pureza (%)	g semilla/m <sup>2</sup>	PMS	PG (%)	No. semillas viables /m <sup>2</sup>	No. semillas viables /m <sup>2</sup> Mezcla
Dactylis	8,9	95,6	0,85	0,9	87	822	1193
Alfalfa	10,2	99,8	1,00	2,2	80	371	

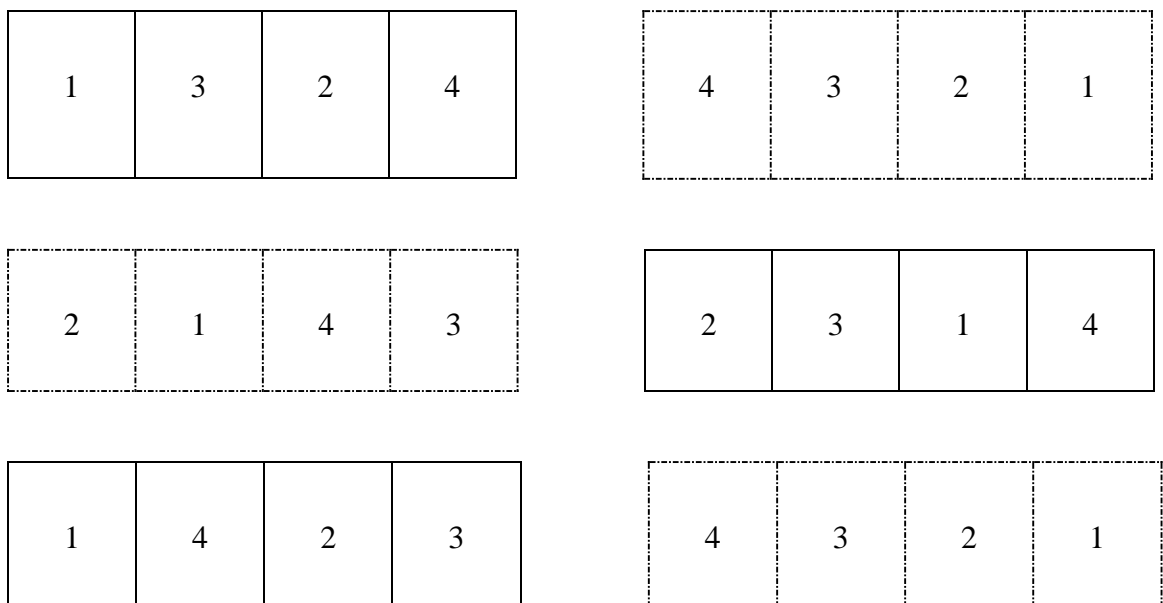
Cuadro No. 13. Densidad de siembra y número de semillas viables/m<sup>2</sup> para mezcla bromus + lotus

	kg semilla/ha	Pureza (%)	g semilla/m <sup>2</sup>	PMS	PG (%)	No. semillas viables /m <sup>2</sup>	No. semillas viables /m <sup>2</sup> Mezcla
Bromus	20	99,2	1,9	5,2	43	164	664
Lotus	8	98,3	0,7	1,4	89	500	

### 3.1.7. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas. La parcela mayor o principal corresponde al factor agua (con y sin riego), y la parcela menor al factor mezcla forrajera. Este diseño tiene bloques completamente aleatorizados, dónde la interacción Bloque x Riego principal es el término de error para el efecto asignado a la parcela principal (error A).

El área de cada parcela menor fue de  $11 \times 25\text{m}^2$  (0,0245ha) por lo que el área experimental (24 parcelas) era de 0,66 ha. Agregando los caminos el área total abarcó 1,089 ha.



Referencias:

Sin	1. Br + Lc
Riego	2. Da + AA
Con	3. Fe + TB + Lc
Riego	4. Da + TR + Lc

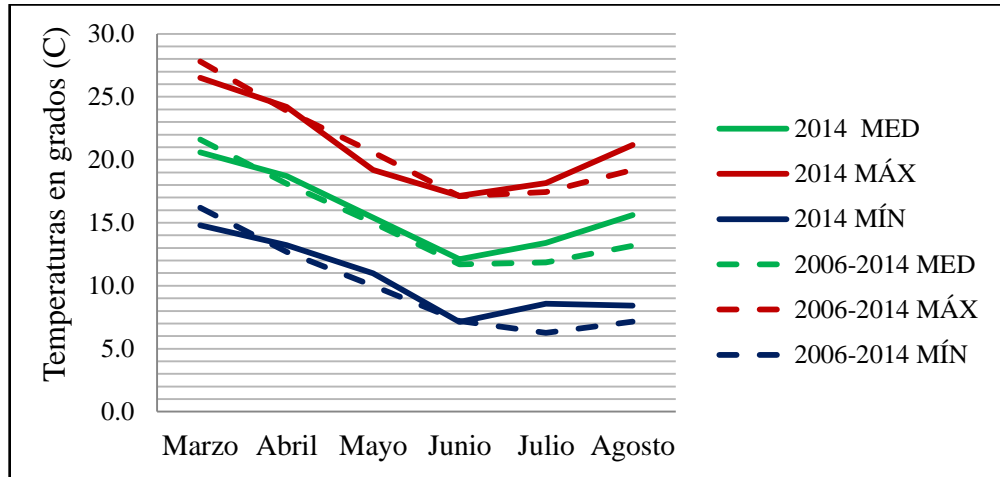
Figura No. 1. Mapa del experimento con sus tratamientos

### 3.2. CONDICIONES AMBIENTALES

Para evaluar las condiciones ambientales del ensayo se compararon los datos de precipitaciones y temperatura.

#### 3.2.1. Temperatura

En la figura No.2. se compara la temperatura media, mínima y máxima del aire bajo casilla, para el período en estudio, extraídos de la Estación meteorológica de la EEFAS con los datos promedio 2006-2014 de la misma Estación.



Referencias:

- MED: Temperatura Media, Mensual promedio (°C).
- MÁX: Temperatura Máxima, Mensual promedio (°C).
- MÍN: Temperatura Mínima, Mensual promedio (°C).

Figura No. 2. Temperatura media, mínima y máxima mensual del aire de marzo a agosto 2014 y el promedio 2006-2014 EEFAS.

Según muestra el gráfico la temperatura media durante el período experimental se asemeja al período climático con pequeñas oscilaciones. La excepción se da en los

meses de marzo-abril y julio-agosto. En marzo-abril hubo un grado más de temperatura para el promedio de ocho años en comparación al 2014 y en julio-agosto hubo una temperatura de 1,4 aproximadamente grados superior en la EEFAS 2014 en comparación al promedio 2006-2014 (EEFAS).

El gráfico muestra que las mayores diferencias se dan con las mínimas y máximas, lo cual es lógico. Entre los meses de abril y mayo las temperaturas no tuvieron diferencias en más de 0,5 grados en cambio entre junio a agosto las diferencias son mayores. Destacándose que en el 2014 las temperaturas tanto para máxima, mínima y media entre junio y agosto son mayores que el promedio de ocho años.

### 3.2.2. Precipitaciones y evapotranspiración

En la figura No.3 se muestra la precipitación mensual para la Estación Experimental de Agronomía en Salto en el 2014 y la precipitación mensual promedio (Pp) 2006-2014 registrada en el mismo lugar. Los datos de evapotranspiración mensual (ETP Penman-Moneith) se tomaron del INIA Salto Grande ubicada a 33 km del sitio experimental.

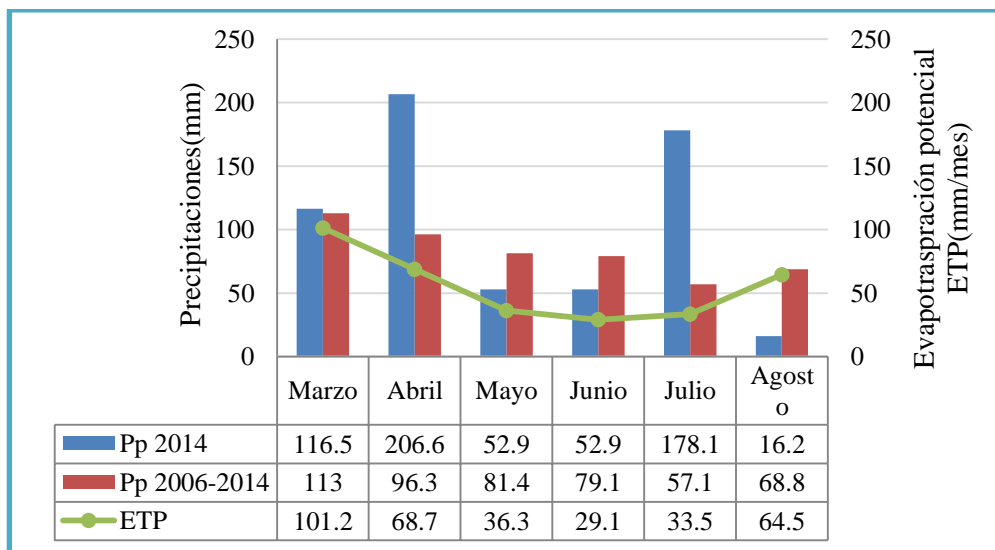


Figura No. 3. Precipitación mensual de marzo a agosto 2014 y del promedio 2006 – 2014 EEFAS y ETP mensual 2014 INIA Salto Grande

En los cinco meses de evaluación, las precipitaciones en la EEFAS en el 2014 fueron 128 mm superiores al promedio de los 8 años previos.

En el mes de abril 2014 las precipitaciones excedieron un 46,6 % y en julio un 32 % comparando con el promedio de 8 años previos extraídos en el sitio del ensayo. En estos meses la precipitación mensual excede a la evapotranspiración, ocasionando un exceso hídrico.

El exceso hídrico ocasionado en abril con algunas lluvias intensas ocasionó arrastre de semillas sembradas hacia zonas bajas. A excepción de agosto las precipitaciones superaron a la ETP.

Cabe aclarar que esta gráfica no pretende ser un balance hídrico dado que los valores son de evapotranspiración potencial y no de evapotranspiración real (ETR), la que toma en cuenta el tipo de suelo y el cultivo. Por lo tanto, como la ETR es menor a ETP la diferencia entre las precipitaciones y evapotranspiración son mayores, por ende, el agua disponible en el suelo fue mayor.

### 3.2.3. Balance hídrico teórico

En la figura No. 4 se muestra una simulación de un balance hídrico realizado con el modelo Win-Isareg que estima el contenido de agua en el suelo durante el desarrollo del experimento. El umbral del contenido de agua en el suelo para alcanzar el rendimiento máximo se puede apreciar en la línea verde de la figura No.4.

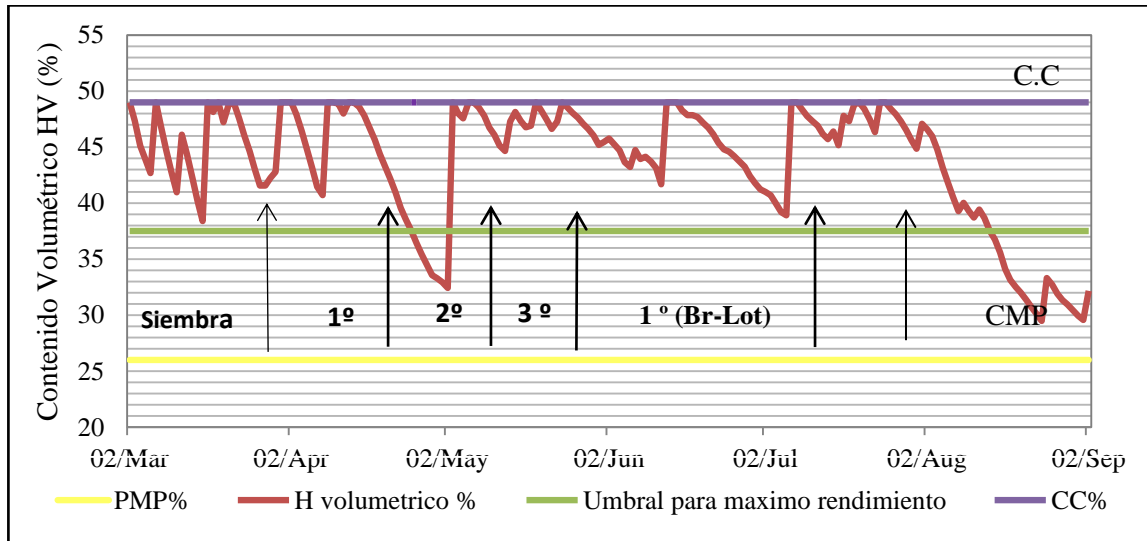


Figura No. 4. Simulación del balance hídrico con Win-Isareg

El modelo Win-Isareg se usó para simular el balance hídrico del suelo teniendo en cuenta las condiciones climáticas registradas: Precipitaciones, evapotranspiración, humedad, viento y tipo de suelo, con pasturas y riego por aspersión. Se consideró para la pastura en estudio un  $K_c$  de 0,8 (dado que la misma se estaba implantando), una profundidad efectiva de raíz de 20 cm y un suelo con un contenido volumétrico de agua del 50 % a capacidad de campo (CC) y 28 % en el punto de marchitez permanente (CMP).

El modelo muestra que el contenido de agua volumétrico óptimo para el ensayo se encuentra entre 50 % (capacidad de campo) y 38 % (umbral para máximo rendimiento). Dentro de este rango la fuerza de retención del agua por el suelo es menor, siendo más accesible la extracción de agua por las raíces.

La simulación estimó que en el período en estudio (1 marzo a 1 agosto) el agua estuvo dentro del nivel óptimo, a excepción del 24 de abril al 2 de mayo. En esos ocho días, si bien el nivel hídrico fue menor al umbral para el máximo rendimiento, la implantación pudo no verse afectada debido a que no se alcanzó el punto de marchitez

permanente, el estrés no fue importante. En ese período hubiera sido conveniente haber regado.

### 3.2.4. Balace hídrico real

En la figura No.5 se muestra el contenido volumétrico de agua (mm/10cm) en los diferentes perfiles de suelo. Los datos para 0-10 cm de profundidad se tomaron a campo con los sensores FDR (Time Domain Reflectometry) (Decagon HS10) Para 20-30 cm se consideraron los extraídos por el modelo Win-Isareg para Riego y Secano.

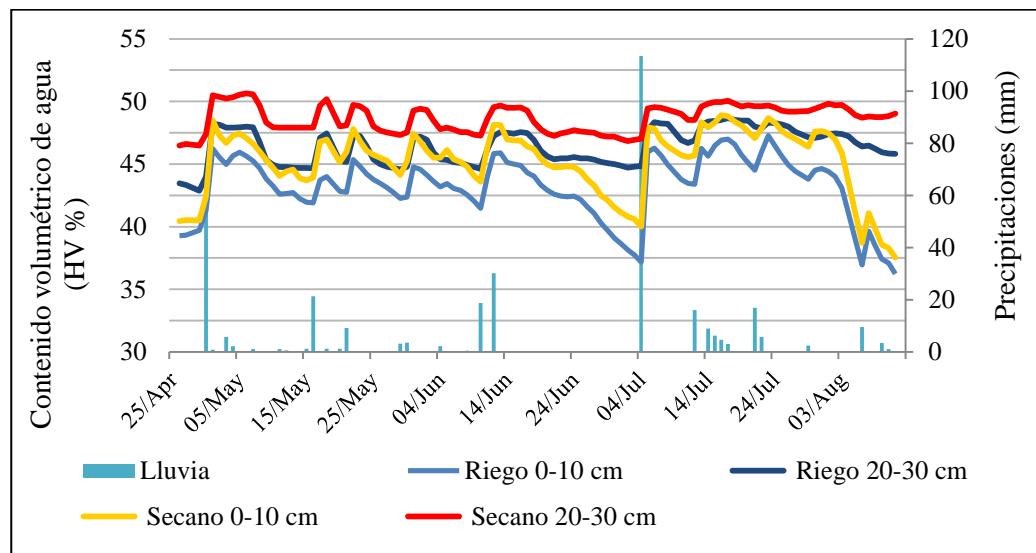


Figura No. 5. Contenido volumétrico de agua (mm/10cm) en el suelo medido con FDR (Decagon HS10) (mm/10cm)

Se muestra que en los dos perfiles de suelo para las parcelas asignadas a Riego y Secano los valores de contenido volumétrico (mm/10cm) oscilan dentro del óptimo, requerido con excepción en los primeros días de julio. Lo que se relativiza ya que el 4 de julio ocurre la máxima lluvia del período. Por lo tanto, como no fueron limitantes las condiciones hídricas para ningún tratamiento no fue necesario regar.

Si bien los valores de secano para ambos perfiles se encuentran por encima de los valores con riego, la diferencia es menor a un 3 % siendo el margen de error estimado por la sensibilidad del FDR.

Los valores para 20-30 cm no se consideran relevantes, dado que el desarrollo radicular en la etapa evaluada no alcanza dicha profundidad. Sin embargo, se pusieron los datos para mostrar que en casi todo el perfil las diferencias no fueron mayores a 3mm/10 cm.

En la figura No.6 se muestra la superposición del modelo teórico Win-Isareg con el medido en el campo a través del FDR.

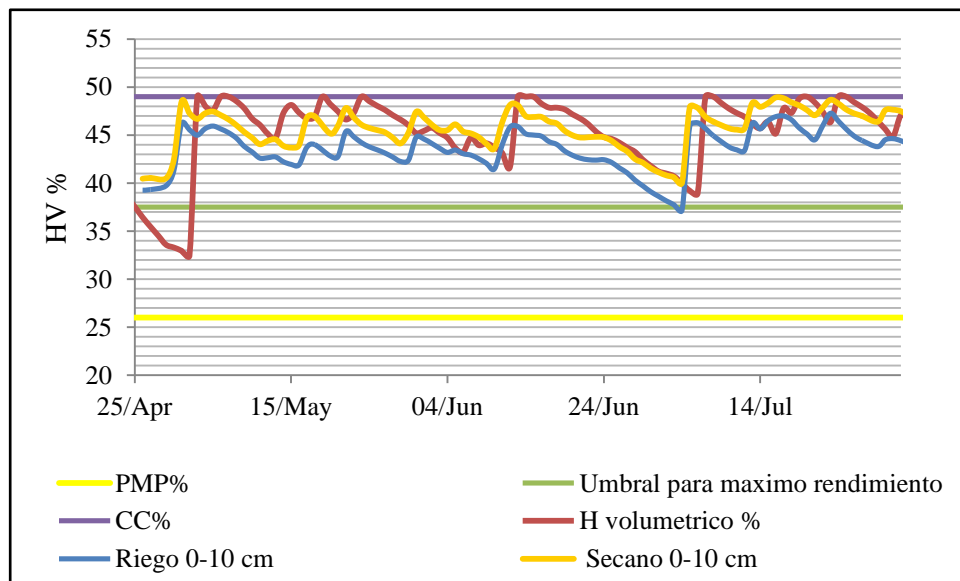


Figura No. 6. Superposición del contenido de agua en el suelo por el modelo Win-Isareg y por los datos de los sensores FDR.

El resultado de la superposición muestra que el contenido volumétrico de agua en los tratamientos con y sin riego a 0-10 cm de profundidad oscila entre 37 a 49 %, no presentando diferencias entre sí. Ambos resultados difieren con el contenido volumétrico estimado por Win-Isareg entre el 24 de abril y 2 de mayo por la predicción realizada. En



este caso la predicción para esos 8 días se contradice con los datos tomados de FDR tanto para Riego como Secano dado que las precipitaciones para el mes de abril fueron 1,6 veces superior al promedio de 8 años previos en la misma localidad.

La medición realizada con el FDR no muestra si hubo excesos. La única forma de detectarlos hubiera sido usando una capacidad de campo mayor a 49 (mm/10 cm), aunque el rango máximo para este dispositivo es 57 (mm/10 cm).

### 3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Se contó el número de plantas emergidas a los 26, 42 y 56 días post siembra y el área ocupada por las malezas por estimación visual. Para estimar el número de plántulas presentes, se realizaron los conteos de plantas en 4 muestras de 0,50 x 0,10 cm por unidad experimental, ubicadas en lugares fijos a través de piolas marcadas. Los lugares fijos (definidos al azar) fueron marcados con piolas que se colocaron al realizar los muestreos.

Debido a que la siembra se realizó en cuatro días se tomó la fecha 26 de marzo para sacar el número de días posteriores a la siembra. Las fechas del muestreo fueron:

- 22/4 y 23/4 (26 días post siembra)
- 8/5 y 9/5 (42 días post siembra)
- 20/5 y 21/5 (56 días post siembra)

En el caso de la mezcla de *Bromus auleticus* + *Lotus corniculatus* las fechas de muestreo fueron:

- 24/6 (41 días post siembra)

- 21/7 (67 días post siembra)

En el caso de la mezcla de bromus-lotus el primer conteo no se pudo realizar a los 26 días post siembra como en el resto, dado que la emergencia especialmente del bromus es más lenta y como la siembra también fue más tardía las plántulas demoraron más días en emerger.

### 3.3.1. Variables estudiadas

- Porcentaje de germinación y peso de mil semillas
- Porcentaje de implantación

Con los kg sembrados, el % de pureza, el peso de mil semillas y el % de germinación se determinó el número de semillas viables sembradas por m<sup>2</sup>. Con el cociente entre el número de plántulas presentes/m<sup>2</sup> y el número de semillas viables se estimó el porcentaje de implantación.

- Enmalezamiento

En las mismas muestras se estimó visualmente la proporción del área del rectángulo ocupada por malezas.



Ilustración No. 2. Mezcla de festuca- trébol blanco-lotus tomadas el 8 de mayo



Ilustración No. 3. Mezcla de dactylis-trébol rojo-lotus, tomadas el 8 de mayo que muestra la cuerda marcada con una unidad experimental

### 3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para analizar el efecto riego, mezcla y su interacción en el % de implantación de gramíneas y leguminosas, se ajustaron modelos lineales generalizados. Se usó el procedimiento Glimmix del paquete estadístico SAS 9.2 (SAS Institute, 2006). En este modelo, se asumió que el número de semillas implantadas en relación al número de semillas sembradas tenía una distribución binomial.

El error A se estimó como la interacción Bloque x Riego. Cuando las interacciones no eran significativas se omitía esta interacción y se analizaban los resultados nuevamente. Las medias de los efectos significativos fueron comparadas usando la prueba de Tukey- Kramer al 5 %.

Para analizar la evolución de las gramíneas y leguminosas en la mezcla se hicieron análisis de tendencia a través del método de polinomios ortogonales de tendencia en el cuál se usó el mismo tipo de error para las 3 mediciones.

#### 3.4.1. Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + N_j + (CN)_{ij} + \beta_k + \epsilon_{ijk}$$

$i=1,2$   
 $j=1,2,3,4$   
 $k=1,2,3$

$C_i$ : Efecto del  $I^{\text{th}}$  del Riego

$N_j$ : Efecto del  $I^{\text{th}}$  del tipo de Mezcla

$(CN)_{ij}$ : Efecto de la interacción CxN

$\beta_k$ : Efecto del  $K^{\text{th}}$  bloque

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS SEMILLAS

La densidad de siembra, la pureza, el peso de mil semillas así como también la germinación determinan el número de semillas viables sembradas por unidad de superficie. El peso de la semilla, que se expresa como peso de mil semillas, determina el contenido de reservas inicial y por ende el vigor inicial de la futura plántula.

Los valores obtenidos de porcentaje de germinación y peso de mil semillas de las especies usadas, fueron comparados con los datos de González et al. (1999), Blanco (2008), Fariña y Olazabal (2010), Gomes de Freitas y Klaassen (2011), para festuca y trébol blanco. En el caso de lotus solo se los pudo comparar con Blanco (2008), Gomes de Freitas y Klaassen (2011). A su vez, para alfafa y dactylis solo se la comparó con Gomes de Freitas (2011) y el bromus solo con el usado por Blanco (2008).

La pureza no se analizó dado que solo un autor la describió y no existen suficientes datos para analizar todas las especies en estudio. Tampoco se tuvo en cuenta al trébol rojo debido a que no fue usada por los autores mencionados.

#### 4.1.1. Germinación

En el cuadro No.14 se compara la germinación de las semillas del experimento con la germinación estándar (germinación mínima según los estándares nacionales) y la germinación citada en la bibliografía en que se estudió la implantación de estas especies.

Cuadro No. 14. Porcentaje de germinación de las semillas utilizadas, germinación mínima exigida en los lotes de semillas nacionales y germinación promedio de semillas utilizadas en la bibliografía citada.

Especie	% Germinación Experimento	% Germinación estándar	% Germinación bibliografía
Trébol blanco	96	80	80
Lotus	92	75	62
Festuca	91	75	86
Dactylis	87	75	72
Alfalfa	80	80	91
Bromus	43	80	85

Como muestra el cuadro anterior, la germinación para todas las especies a excepción del bromus superan o igualan los estándares exigidos para la exportación de semillas. De este modo, se comprueba que la mayoría de las semillas en estudio cuentan con una elevada calidad. El porcentaje de germinación del bromus fue de 43% aproximadamente la mitad de lo exigido, siendo una semilla de baja calidad, pudiendo explicar su menor implantación.

La germinación de las semillas usadas en comparación a la de otros autores también es superior, con excepción del bromus y alfalfa. Estos resultados siguen confirmando que la semilla de bromus usada fue de mala germinación. Si bien, la germinación de alfalfa es inferior, contempla los valores exigidos para la exportación, cumpliendo los requisitos de semilla de buena calidad.

#### 4.1.2. Peso de mil semillas

Para identificar y explicar los resultados en el cuadro siguiente, se compara el peso de mil semillas del experimento con la de otros autores.

Cuadro No. 15. Peso de mil semillas utilizadas y peso de mil semillas promedio de semillas utilizadas en la bibliografía citada.

Especie	PMS experimento	PMS bibliografía
Bromus	5,2	4,2
Festuca	2,3	2,4
Alfalfa	2,2	2
Lotus	1,4	1,1
Dactylis	0,9	0,7
Trébol blanco	0,8	0,7

El mayor peso de las semillas en general corresponde a las gramíneas (a excepción del dactylis) y dentro de las leguminosas la alfalfa. Su mayor tamaño implica mayor contenido de reservas. Contrastando con especies con semilla más chica y menor vigor inicial como es el caso de trébol blanco.

En el cuadro tanto los valores utilizados en el ensayo como los de la bibliografía son similares. La mayoría de las semillas utilizadas fue un decimal más pesada que las de la bibliografía. La diferencia más notoria se ve en bromus que si bien su germinación es menor a la de la bibliografía, su peso es mayor al usado por Blanco (2008).

## 4.2. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ESTABLECIMIENTO

### 4.2.1. Evolución del establecimiento general

No se pudo considerar la mezcla del *Bromus auleticus* y *Lotus corniculatus* dado que los conteos se realizaron posteriormente. La figura No. 7 muestra la evolución del establecimiento promedio para todas las especies a los 28, 44 y 56 días post siembra.

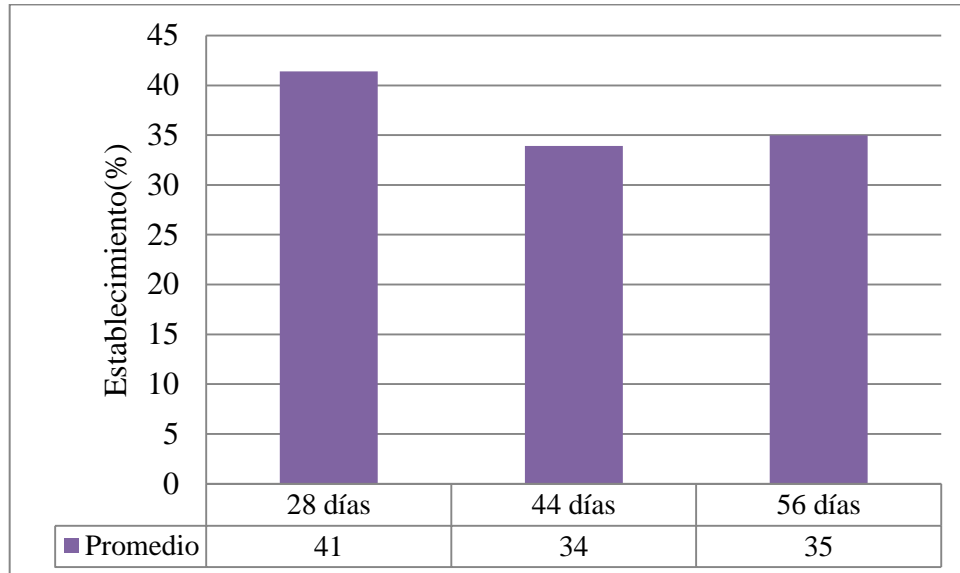


Figura No. 7. Evolución del establecimiento general según días post emergencia

El gráfico muestra que el principal descenso es entre el primer y segundo conteo existiendo menor diferencia entre el segundo y tercer conteo. Este descenso entre los 28 y 44 días implica que la mortalidad fue mayor que la emergencia de nuevas plántulas. Esto se atribuye a las elevadas precipitaciones ocurridas en dicho período que provocaron un mayor escurrimiento y erosión de suelo junto con semillas más plántulas.



El establecimiento final promedio para todas las mezclas alcanzada en el último conteo es de 35 % asemejándose a Askin (1990). Estos resultados son superiores a los obtenidos por Albano et al. (2013), quienes tuvieron una implantación para las mezclas de 18%. Sus resultados son menores probablemente dado que su siembra se realizó tardíamente en el otoño teniendo como inconveniente la aparición de bajas temperaturas que interfirieron en la germinación (Muslera y Ratera, 1984). Los resultados que obtuvo Blanco (2008) fueron similares a los autores anteriores entre 17 y 20 %, dada la escasez de lluvia a la siembra, la incidencia de raigrás espontáneo y las bajas temperaturas registradas al principio del período de evaluación.

También la implantación final lograda fue superior a los relevamientos efectuados por Brito del Pino et al. (2008), quienes determinaron valores inferiores de 28 % para mezclas de gramíneas perennes con leguminosas, incluso sin diferencias entre los dos conteos.

Por otro lado, reportan Acle y Clement (2004), Fariña y Saravia (2010) que los resultados obtenidos en el primer conteo se asemejan a los que reportan que se ubican entre 46 % 45 % de implantación evaluada a los 60 días post siembra. Dichos autores atribuyen su mejor establecimiento dado que las condiciones térmicas superaron el promedio histórico y el peso de las semillas fue mayor a las usadas por Brito del Pino et al. (2008).

Los resultados de la experiencia se asemejan a los obtenidos por Gomes de Freitas y Klaassen (2011), que a los 90 días obtuvieron una implantación de 38% . Los autores consideran altos los valores obtenidos justificándolos por las adecuadas precipitaciones durante la época de siembra y la profundidad de siembra lograda.

Si se compara los resultados obtenidos para la implantación con los datos existentes decimos que el resultado fue relativamente bueno. Pero si se piensa en términos de eficiencia, se ve que solo un 35% de las semillas viables sembradas se convierten en planta. Se deduce que si la máxima implantación alcanzada a los 28 días

fue 41%, la mortalidad de plantas no es el único factor que explica la baja eficiencia de este proceso, sino que también existen problemas en la germinación y emergencia.

Se concluye que en el período de evaluación el porcentaje de establecimiento promedio para las cuatro mezclas difiere. Por lo tanto, al igual que Saldanha<sup>2</sup> se verifica la dependencia de esta variable con el momento de su medición.

#### 4.2.2. Evolución del establecimiento de gramíneas

Cuadro No. 16. Análisis de la evolución del establecimiento (%) para las gramíneas

Fuente de variación	Probabilidad
Bloque	Ns
Agua	Ns
Mezcla	0,0009
Mezcla * Agua	Ns
Día	< 0,001
Agua * Día	Ns
Mezcla * Día	0,0356
Mezcla * Agua * Día	Ns

Ns= No significativo al 0,05%.

Como se observa en el cuadro anterior, los efectos significativos en el % de establecimiento medido para las gramíneas fueron: Mezcla, Día y la interacción Mezcla\* Día. El efecto Día hace referencia a la fecha en que se realizaron los muestreos.

En el gráfico No. 8 se visualiza el efecto Día. En el mismo, se muestra como varía el porcentaje de establecimiento en los tres conteos para gramíneas, con sus intervalos de confianza.

<sup>2</sup> Saldanha, S. 1997. Establecimiento de diferentes mezclas forrajeras en Basalto. s.p. (sin publicar).

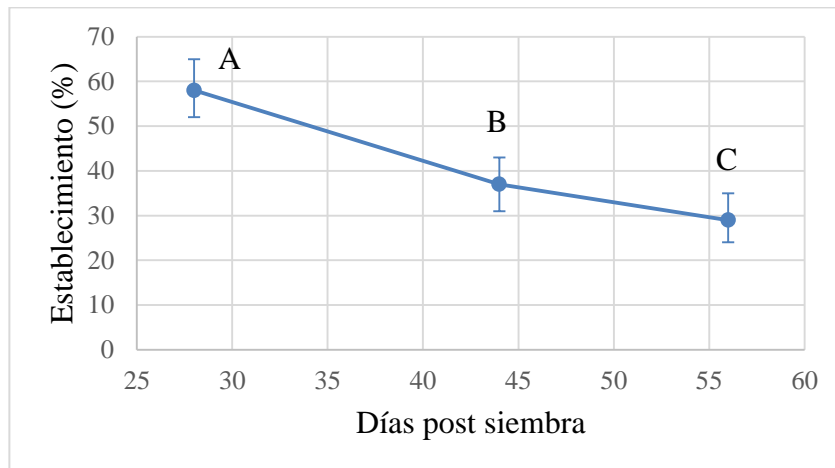


Figura No. 8. Evolución del establecimiento de gramíneas para los tres conteos

Para las gramíneas la evolución de la implantación según los contrastes de tendencia, con un ( $p < 0,0001$ ) es lineal descendente porque entre el primer y segundo conteo hubo un descenso de 21% y entre la segunda y la tercera de 8%.

El primer conteo fue el de mayor establecimiento y se considera diferente al segundo y tercero. Los últimos dos conteos se consideran iguales estadísticamente ya que sus intervalos de confianza se superponen, si bien por separación de letras de medias por el método de Tukey Kramer se diferencian en tres fechas. Lo mismo le sucedió a Blanco (2008) pero en el caso del mencionado autor la diferencia fue de un 50% entre el primer (10 de mayo) y segundo conteo (1 junio) para *Lolium perenne*, *Schenodorus arundinaceus* y *Bromus auleticus*.

En la figura No.9 Se detalla la evolución del establecimiento de festuca y dactylis en sus respectivas mezclas, observándose la interacción significativa: Día\* Gramínea.

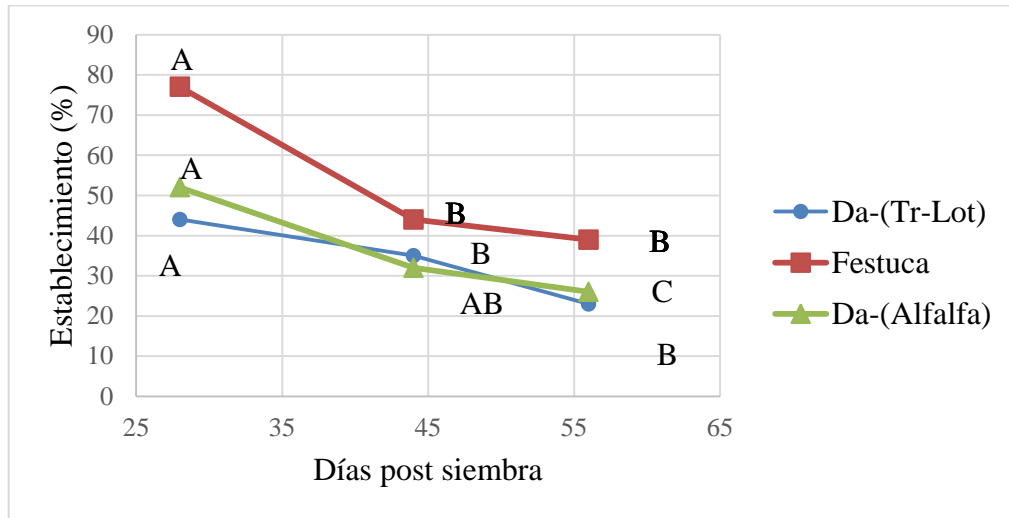


Figura No. 9. Evolución del establecimiento de festuca y dactylis

La figura No. 9 muestra que la evolución del establecimiento de las gramíneas analizadas fue negativa. Para festuca la tendencia es lineal con un ( $P < 0,0001$ ) a diferencia del dactylis que no tiene una tendencia significativa para ambas mezclas.

Para festuca los resultados obtenidos son similares a los de Blanco (2008) ya que en ambos casos el establecimiento es significativamente superior en la primera fecha. El establecimiento para dactylis se mantiene constante ya que sus intervalos de confianza se superponen en los tres conteos, por más que las letras hayadas con el método Tukey Kramer se diferencien en las tres fechas.

Se visualiza que festuca alcanza mayores niveles de establecimiento en todo el período tanto en la primera como en la última fecha. También que la misma especie, a pesar de tener mayor % de establecimiento en la evolución, tuvo una mayor mortandad de plantas entre el primer y segundo conteo en comparación a dactylis.

Cabe destacar que para las dos gramíneas entre la primera y última fecha evaluada el descenso fue aproximadamente de 50%. Este resultado discrepa con los de

Gomes de Freitas y Klaasasen (2011) cuyo descenso es de 20 % , explicados en mayor medida para dactylis. En ambos casos, el descenso del número de plantas se puede haber debido a la competencia dentro del surco, porque las gramíneas fueron sembradas en línea. En este ensayo, la diferencia fue aún mayor probablemente a las excesivas precipitaciones ocurridas en abril (que superaron 1,6 veces el promedio de ocho años y solo en 6 días llovieron 206 mm) que generó un mayor escurrimiento y erosión del suelo con arrastre de semillas sembradas o plántulas.

La revisión menciona que dactylis tiene un crecimiento más vigoroso en el primer año y mayor implantación que festuca, no obstante, los resultados extraídos demuestran lo contrario. La excepción en este ensayo se puede deber a que las elevadas precipitaciones en el mes de abril influyeron más negativamente a dactylis que en festuca. En razón que dactylis no tolera el exceso de humedad deteriorando el crecimiento de raíz.

Con respecto a dactylis se extrae que independientemente de las leguminosas acompañantes la especie se comporta de la misma forma. Por más que en la mezcla de dactylis y alfalfa tenga un 24,4 % menos de semillas viables el % de implantación fue el mismo.

#### 4.2.3. Evolución del establecimiento de leguminosas

Cuadro No. 17. Análisis de la evolución del establecimiento (%) para las leguminosas

Fuente de variación	Probabilidad
Bloque	Ns
Agua	Ns
Mezcla	0,0004
Mezcla * Agua	Ns
Día	0,0023
Agua * Día	Ns
Mezcla * Día	Ns?
Mezcla * Agua * Día	Ns

Ns= No significativo al 0,05%.

En la figura No. 10. Se visualiza el efecto Día. En el mismo, se muestra como varía el porcentaje de establecimiento para las tres fechas evaluadas, con sus intervalos de confianza.

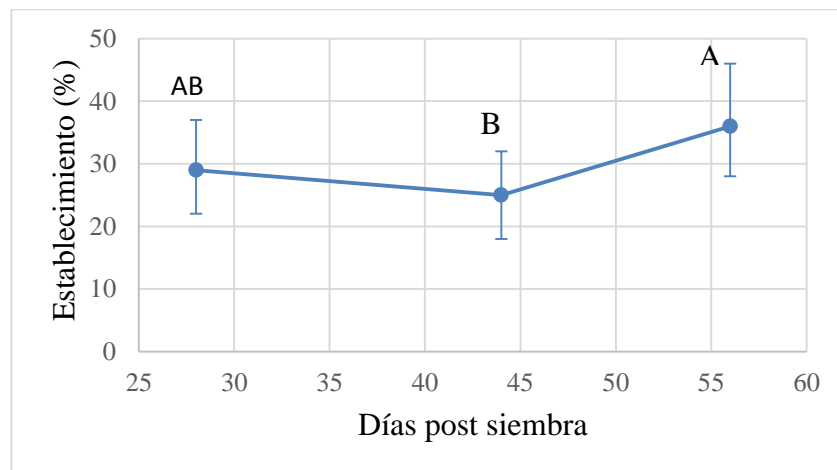


Figura No. 10. Evolución del establecimiento de leguminosas para tres conteos

Con respecto a la evolución del establecimiento en leguminosas, todos los intervalos de confianza, se superponen entre sí considerándose las tres mediciones iguales estadísticamente. No hay ningún conteo que supere al otro en establecimiento.

Por otro lado, se visualiza que existe una tendencia cuadrática para la evolución en leguminosas con un ( $p < 0,0023$ ) según los contrastes de tendencias para polinomios ortogonales.

Muslera y Ratera (1984) afirman que las leguminosas embeben agua más rápidamente y germinan antes. Sin embargo, la ventaja mencionada no significó mayor establecimiento inicial para las leguminosas. Siendo la implantación de leguminosas a los 28 y 44 días post siembra inferior a las gramíneas para la mismas fechas. Una posible causa, es que ciertas especies presentan semillas duras; lotus (6%), trébol blanco(45%) y trébol rojo (23%), siendo la germinación posteriormente a las primeras dos fechas y por ende su establecimiento.

En la figura No.11 se detalla la evolución del establecimiento de todas las leguminosas con sus respectivas mezclas, el efecto Día\*Leguminosa

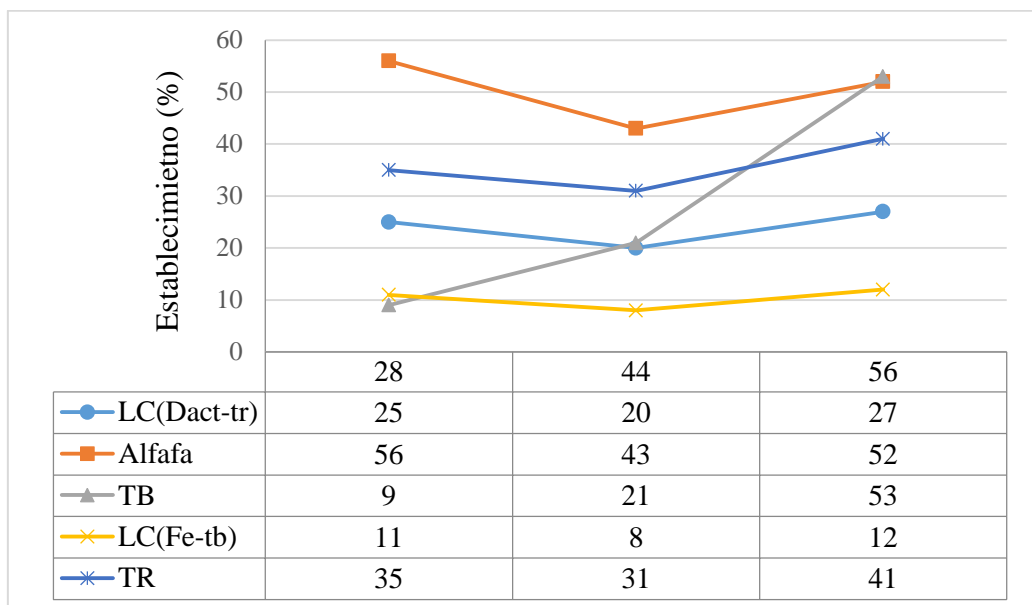


Figura No. 11. Evolución del establecimiento de las leguminosas en mezcla

A pesar de que no existe interacción entre el efecto Leguminosa\*Día ciertas especies presentan tendencias dadas por los polinomios ortogonales. En el caso del lotus

(da y tr) muestra una tendencia cuadrática con un ( $p=0,0432$ ), el trébol blanco una tendencia lineal ascendente con un ( $p=0,0011$ ) y la alfalfa una tendencia cuadrática de ( $p= 0,0456$ ).

La tendencia del trébol blanco es muy marcada dado que dicha leguminosa contaba con el mayor porcentaje de semillas duras 45%. Por lo tanto, las germinaciones se dieron desfasadas en el tiempo, la especie cuyo primer conteo tenía el menor porcentaje de establecimiento en el último alcanzó junto con alfalfa el mayor porcentaje del mismo. También se visualiza que las leguminosas que presentaron semillas duras mencionadas previamente fueron las que tuvieron menor implantación en el primero conteo, y la alfalfa que fue la única que no tenía semillas duras fue la que logró mayor establecimiento en el primer conteo.

#### 4.3. IMPLANTACIÓN

A partir de este ítem el establecimiento se considera implantación ya que hace referencia al resultado final medido en el último conteo. Cabe aclarar que el último conteo se hizo a los 56 días post siembra y no a los 84 días como fue citado en la bibliografía dado que las condiciones ambientales aceleraron el proceso de macollaje dificultando la identificación individual de plantas.

##### 4.3.1. Implantación de las cuatro mezclas

En el cuadro No. 17 se presenta el análisis estadístico que muestra la variación significativa en implantación de mezclas para el último conteo. El efecto agua (riego) y la interacción mezcla\*agua no se muestran ya que sus resultados no son significativamente diferentes.



El efecto agua (riego) no es significativo dado que las condiciones hídricas en el experimento oscilaron dentro del óptimo requerido. Por lo tanto, no existen diferencias entre las parcelas que fueron regadas y las que no. El efecto bloque tampoco lo es, ya que los mismos se ubican en una parcela de 1,089 háas siendo cercanos en distancia y habiendo recibido el mismo manejo previo.

Cuadro No. 18. Implantación de las cuatro mezclas (gramíneas + leguminosas) a los 56 días post siembra

Mezcla	% Implantación
Bromus- lotus	46 a
Dactylis - alfalfa	34 b
Festuca –trébol blanco- lotus	31 bc
Dactylis - trébol rojo-lotus	28 c
Promedio mezclas	35
P mezclas	<0,0001

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (Test Tukey-Kramer  $p < 0,05$ ).

Al realizar el análisis de varianza se comprobó que la mezcla de bromus y lotus fue estadísticamente superior al resto. Este resultado se explica por la bajísima implantación del bromus que permitió aumentar la presencia de lotus ante la menor competencia y mayor presencia de luz.

También se observa que el comportamiento de dactylis en mezcla con alfalfa fue superior a que si se siembra con trébol rojo y lotus. La diferencia fue debido a las leguminosas usadas y no por la gramínea dado que la misma se comporta igual en ambas mezclas. De modo que la alfalfa con una implantación de 53% supera a la del trébol rojo y lotus con 33%.

La implantación obtenida para la mezca dactylis y alfalfa es de 34%, similar al obtenido por Gomes de Freitas y Klaassen (2011). En cambio, Acle y Clement (2004)

obtuvieron una implantación superior para la misma alcanzando un 63 %, sin diferencias significativas entre los cultivares Chaná y Crioula. El inferior resultado lo obtuvo Albano et al. (2013) con 17% debido a que sembraron tardíamente en el otoño y las menores temperaturas interfirieron en la germinación (Muslera y Ratera, 1984).

Con respecto a la mezcla de festuca trébol blanco y lotus la implantación es inferior a la obtenida por Aclé y Clement (2004), Gomes de Freitas y Klassen (2011), igual supera a la del Albano (2013) por la baja germinación. En este caso, la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus se iguala a la de dactylis y alfalfa contrariamente a lo obtenido por Gomes de Freitas y Klaassen (2011) cuya misma mezcla con festuca alcanza trece puntos porcentuales más que dactylis y alfalfa.

#### 4.3.2. Implantación de las leguminosas

La implantación conjunta de las leguminosas difirió según la mezcla ( $p=0,0001$ ) y la interacción leguminosa\*agua fue significativa ( $p=0,0347$ ). La variable agua (riego) y el bloque no son significativos por los mismos motivos detallados para implantación en mezclas.

Cuadro No. 19 Implantación de las leguminosas

Leguminosas	% Implantación
Lotus	75 a
Alfalfa	53 b
Trébol rojo + lotus	33 c
Trébol blanco + lotus	26 d
Promedio leguminosa	47
P leguminosas	<0,0001
P leguminosa*agua	0,0347

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (Test Tukey-Kramer  $p < 0,05$ ).

El efecto mezcla\*agua se dió únicamente en lotus (en mezcla con bromus) dado que su siembra se realizó el 14 de mayo 49 días después del resto de las mezclas. En el mes de mayo y junio las precipitaciones fueron menores que ETP, aunque según los datos de FDR el contenido volumétrico permaneció dentro del nivel óptimo. Entonces se asume que la interacción más positiva de dicha leguminosa al riego se explica por su posterior fecha de siembra, generando una diferencia de 82% a 65% en implantación.

Las leguminosas con mejor resultado fueron las que se implantaron en mezclas simples, solo con una gramínea. Para lotus junto con bromus, el resultado superior se explica dado la bajísima implantación del bromus. La alfalfa mostró una alta implantación de 53% coincidiendo con su precocidad y alto vigor inicial señalado por Formoso (2000). Este resultado es menor que lo obtenido de Acle y Clement (2004) pero mayor que la de Albano et al. (2013). Las mezclas compuestas por dos leguminosas tuvieron menor implantación como en el caso de trébol blanco con lotus y trébol rojo con lotus.

Cuadro No. 20. Implantación de todas las leguminosas separadas

Leguminosas	(%) Implantación
Trébol blanco	53
Alfalfa	52
Trébol rojo	42
Lotus (Da + Tr)	28
Lotus (Fe + Tb)	12
Promedio	37

En este cuadro se muestran las leguminosas por separado y se extrae que el trébol blanco y la alfalfa fueron las leguminosas que lograron implantarse mejor. En cuanto a los tréboles, se obtiene mayor porcentaje para trébol blanco que para rojo. La alfalfa es superior dado su mayor tamaño de semilla, vigor mencionado anteriormente y además fue la única que no presentó semillas duras y se sembró en línea.

Cabe destacar el excelente comportamiento del trébol blanco con respecto a otros autores que usaron también el cultivar Zapicán. Blanco (2008) logró una implantación bajísima de 6,51%, Albano et al. (2013) lo sembraron con la misma mezcla pero solo alcanzaron un 29 % al igual que lo sembraron en mezcla con bromus y alfalfa. Con respecto a los mencionados autores la escasez de lluvia puede haber sido un factor perjudicial.

El trébol rojo se considera que tuvo una buena implantación si se lo compara con Saldanha<sup>2</sup> cuya implantación en mezcla fue de 26, 2 %. Por otro lado, la menor implantación se puede deber a que dicho trébol rojo se implantó junto con trébol blanco y raigrás recibiendo una mayor competencia.

Con respecto al lotus el mismo se comportó diferente según la mezcla. Si el lotus se mezcla con especies de buen implantación y vigor, la competencia es mayor impidiendo la emergencia de sus plántulas y dificultándose por ende su implantación. Esto ocurre en el caso de festuca y trébol blanco cuya buena implantación deprimieron más al lotus que la mezcla con dactylis y trébol rojo.

Para lotus en comparación con Aclé y Clement (2004) el resultado es menor a 52 % pero es mayor que Blanco (2008) con 4% y Albano et al. (2013) con 17%.

#### 4.3.3. Implantación de las gramíneas

En el caso de las gramíneas la variable agua (riego) y la interacción gramínea\*agua no fue significativa. El único efecto significativo fue la mezcla (gramínea) que se detalla en el cuadro No.18.

Cuadro No. 21. Implantación de todas las gramíneas

Gramínea	% Implantación
Festuca	39 a
Dactylis (Alf)	25 b
Dactylis (Tr +Lo)	23 b
Bromus	4 c
Promedio gramíneas	23
P gramíneas	0,0001

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (Test Tukey-Kramer  $p < 0,05$ ).

Como se muestra en el cuadro anterior ordenado de mayor a menor la implantación, festuca fue superior a dactylis, siendo bromus la inferior de todas.

Festuca no solo fue la gramínea con mayor implantación del ensayo sino que también es superior comparándola con otros autores. Albano et al. (2013) alcanzó una implantación de 23%, Aclé y Clement (2004) de 37 %, y 22% <sup>2</sup>. La superioridad en cuánto a la implantación se puede deber a que el cultivar usado fue INIA Aurora a diferencia de los otros autores que usaron Tacuabé.

Con respecto al dactylis el porcentaje de implantación es menor al obtenido por Aclé y Clement (2004) cuyo resultado es de 45,9%. Sin embargo, el resultado es superior con respecto a Albano et al. (2013) cuyo resultado fue 16% y a Saldanha<sup>2</sup> que obtuvo un 19 %. También del cuadro se extrae que dactylis no presenta diferencias significativas en las dos mezclas que fue usado.

Bromus no solo fue la especie con menor implantación de todas, sino que también es menor comparado con Blanco (2008), que obtuvo un 8, 26 %, Aclé y Clement (2004) que alcanzaron un 5% de implantación y Saldanha<sup>2</sup>, que alcanzó un 28 % implantación. Este resultado se puede deber a que dicha especie tiene un escaso vigor inicial y que la semilla usada tenía la mitad de germinación que la de otros autores.

En este caso, las gramíneas festuca y bromus no lograron la misma implantación como en el caso de Saldanha.<sup>2</sup>

#### 4.3.4. Comportamiento de lotus y dactylis en diferentes mezclas

Para el lotus el efecto Mezcla fue significativo ( $P < 0,0001$ ) y el efecto Mezcla\*Agua fue significativo con un ( $P < 0,006$ ). Para el efecto Bloque y Agua no se encontraron diferencia. En el caso de dactylis no se encontraron diferencias significativas para ninguna de las cuatro variables.

Cuadro No. 22. Porcentaje de implantación de lotus y dactylis en diferentes mezclas

Especie	Mezcla	% implantación
Lotus	Bromus	75 a
	Dactylis + Trébol rojo	28 b
	Festuca + Trébol blanco	12 c
Dactylis	Alfalfa	25 <sup>a</sup>
	Trébol rojo + Lotus	23 <sup>a</sup>

#### 4.4. ENMALEZAMIENTO

Con respecto al enmalezamiento la variable agua (riego) y el bloque no fueron significativos. El único efecto que fue significativo fue la mezcla con un ( $P < 0,001$ ) que se detalla a continuación en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 23. Enmalezamiento según mezcla

Mezcla	Media
Bro+Lo	13a
Fe+Tb+Lo	4b
Da+Alf	3b
Da+Tr+Lo	2b

En primer lugar, se debe destacar que los tratamientos sembrados en marzo tuvieron un enmalezamiento muy bajo explicado por el laboreo secundario y la aplicación de Flumetsulan un día antes de la siembra para combatir las malezas de hoja ancha. A su vez, la evolución de las malezas permaneció constante siendo mínima su cobertura en todo el período.

Del cuadro No. 24 se extrae que la única mezcla que se diferencia con respecto al enmalezamiento es bromus y lotus. Pero no se pueden sacar conclusiones directas debido a que dicha mezcla se sembró posteriormente al resto.

## 5. CONCLUSIONES

Se confirma nuevamente que la implantación es un proceso ineficiente ya que el promedio de las mezclas evaluadas se ubicó en 35%. Por más que se sembró dentro de la fecha óptima, con buen control del enmalezamiento, buena calidad de semillas y en un marco de temperaturas adecuadas y con agua disponible a capacidad de campo. El factor que puede haber incidido negativamente fue el exceso y la fuerte intensidad de lluvias en abril que provocó un fuerte arrastre de semillas hacia las zonas más bajas.

Debido a las abundantes precipitaciones durante el período del experimento, en condiciones no limitantes, el efecto riego no fue significativo para ninguna mezcla ni familia. Sin embargo, se concluye que el F.D.R y el modelo Win-Isareg son buenas herramientas para estimar el nivel de agua.

La evolución de las gramíneas fue descendente entre el primer y segundo conteo, luego se mantuvo constante. La evolución para las leguminosas fue constante entre los diferentes conteos; destacándose el aumento en el número de plantas de *Trifolium repens*.

La mezcla integrada por *Bromus auleticus* y *Lotus corniculatus* fue la de mejor comportamiento (46%), mientras que la compuesta por *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus* fue la que registró el menor porcentaje de implantación (28%).

Se encontraron diferencias significativas entre las gramíneas evaluadas, la de mejor resultado fue *Schenodorus arundinaceus* (Aurora) con 39%. Para las leguminosas, la de mejor implantación fue *Trifolium repens* (53%) y *Medicago sativa* (52%).



Se considera que la variable que más influyó en implantación fue la elección de la mezcla. No obstante, para extraer una conclusión certera se deberían tomar datos de muchos años, dada la variabilidad de las condiciones ambientales.

## 6. RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental de San Antonio, Salto, Facultad de Agronomía coordenadas 31° 25' latitud Sur y 57° 55' de longitud Oeste. El objetivo de este trabajo fue analizar la implantación de gramíneas perennes en cuatro mezclas forrajeras y el efecto del riego suplementario bajo las condiciones ambientales de Basalto profundo. Las mezclas se componen de 1- *Schenodorus arundinaceus*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, 2- *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, 3- *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus*, 4- *Bromus auleticus* y *Lotus corniculatus*. Se buscó también evaluar la evolución del establecimiento en gramíneas y leguminosas. Con las mezclas 1- 2- y 3- se realizaron tres conteos sucesivos: a los 26, 42 y 62 días. La mezcla 4 no se incluyó en la comparación anterior debido a que su siembra se realizó posteriormente. Sin embargo, a los 62 días se compararon las cuatro mezclas y la implantación general fue de 35 %. El efecto del riego no fue significativo para las mezclas, familias, ni especies, dado las condiciones hídricas de ese año. La evolución del establecimiento en gramíneas fue significativamente superior en la primer fecha de conteo que en la segunda; este hecho se explica por la mayor mortandad de plantas de *Schenodorus arundinaceus* ya que *Dactylis glomerata* se mantuvo constante. La evolución para leguminosas fue constante destacándose el *Trifolium repens* que tuvo una tendencia lineal ascendente. Con respecto a la implantación de mezclas, 4- *Bromus auleticus* y *Lotus corniculatus* obtuvieron el mayor porcentaje de implantación con 46%; el menor porcentaje lo tuvo 3- *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus* con 27%. Las leguminosas obtuvieron mayor porcentaje de implantación en comparación a las gramíneas, alcanzando un 52% *Medicago sativa* y 53% *Trifolium repens*. La gramínea con mayor implantación fue *Schenodorus arundinaceus* 39% superando a *Dactylis glomerata* y *Bromus auleticus*.

Palabras clave: Establecimiento; Implantación; Mezcla forrajera;

*Festuca arundinacea; Dactylis glomerata; Bromus auleticus;  
Medicago sativa; Trifolium repens; Trifolium pratense; Lotus  
corniculatus.*

## 7. SUMMARY

The aim of this study was to evaluate establishment of four forage mixtures with supplementary irrigation in Basaltic atmosphere. The seeding mixtures used were: *Schenodorus arundinaceus*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus*, *Bromus auleticus* y *Lotus corniculatus*. In addition to this, evolution of mixture establishment was analyzed 58 days after planting. The experiment took place in 31° 25' S, 57° 55' W in the Experimental Station of Agronomy in Salto. The general establishment 62 days after emergence was 35 %. The irrigation was not significant for species and mixtures due to the ideal conditions in 2014. The evolution of establishment in grasses was significantly higher in the first date that the second mainly explained by *Schenodorus arundinaceus* as *Dactylis glomerata* remained constant. Evolution for legumes was also constantly stressing the *Trifolium repens* which had an increasing linear trend. With regard to the establishment of mixtures, *Bromus auleticus* and *Lotus corniculatus* obtained the highest percentage with 45% and the lowest percentage was *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense* and *Lotus corniculatus*. The legumes obtained the highest percentage of implantation in comparison to the gramínea, reaching 52 % for *Medicago sativa* and 53 % for *Trifolium repens*. The gramínea with major implantation was *Schenodorus arundinaceus* with 39 % overcoming *Dactylis glomerata* and *Bromus auleticus*.

Key words: Establishment; Forage mixture; *Schenodorus arundinaceus*, *Festuca arundinacea*; *Dactylis glomerata*; *Bromus auleticus*; *Medicago sativa*; *Trifolium repens*; *Trifolium pratense*; *Lotus corniculatus*.

## 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. Albano, J.; Platero, T.; Sarachu, N. 2013. Evaluación invierno-primaveral de mezclas forrajeras en el primer año de vida. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.
3. Altier, N. 1995 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. Askin, D. C. 1990. Pasture establishment. In: Langer, R. H. M. eds. Pastures; their ecology and management. Auckland, Oxford University Press. pp. 132-157.
5. Ayala, W.; Bemhaja, M.; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Silva, J.; Coto, B.; Rossi, C. 2010. Forrajeras; catálogo de cultivares 2010. Montevideo, INIA. 131 p.
6. Ball, D. M.; Hoveland, C. S.; Lacefield, G. D. 1991. Southern forages. Atlanta, Georgia, USA, Williams Printing Company. 256 p.
7. Barbarossa, R. 2000. Implantación de pasturas perennes. Algunas consideraciones. s.l., INTA. pp. 15-17.
8. Bemhaja, M. 2001. Gramínea nativa perenne invernal para suelos arenosos; *Bromus auleticus* cv. INIA Tabobá. In: Reunión Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos del género *Bromus* en el Cono Sur (2001, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, IICA. PROCISUR. pp.103-104 (Diálogo no.56).
9. Benjamin, L. 1990. Variation in time of seedling emergent within populations; a feature that determines individual's growth and development. *Advances in Agronomy*. 44:1-25.
10. Biscayart forrajeras. 2011. 10 recomendaciones del INTA; implantación de pasturas en suelos no agrícolas. (en línea). Buenos Aires, INTA. 3 p. Consultado oct. 2014. Disponible en <http://www.biscayart.com.ar/images/itpast01.pdf> 86
11. Blanco, N. 2008. Establecimiento de gramíneas forrajeras perennes en Basalto en siembra directa. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81 p.

12. 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.
13. Campbell, M.; Swain, F. 1973. Factors causing losses during the establishment of surface-sown pastures. *Journal of Range Management*. 26(5):355-369.
14. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
15. \_\_\_\_\_. 1985. Implantación de praderas. Montevideo, Facultad de Agronomía. 10 p.
16. \_\_\_\_\_. 1991 Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, INIA. 47 p. (Serie Técnica no. 19).
17. \_\_\_\_\_. 2002. Pasturas y forrajeras; potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
18. \_\_\_\_\_. 2003. Pasturas y forrajeras; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 2, 371 p.
19. Correa Urquiza, A. 2004. Mezclas forrajeras. (en línea). *Revista Agromercado*. 228: 53-54. Consultado oct. 2014. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastura%20artificiales/18-mezclas\\_forrajeras.htm](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastura%20artificiales/18-mezclas_forrajeras.htm)
20. Díaz Lago, J. E. 1995. Estudios sobre la producción de forraje estacional y anual de leguminosas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 103 p.
21. Díaz Rosselló, R. ed. 2000. Siembra directa en el cono Sur. Montevideo, PROCISUR. 459 p.
22. Fariña, M. F.; Saravia, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
23. Fontaneto, H.; Keller, O. 2001. Efecto de diferentes labranzas sobre propiedades edáficas de un Argisol y rendimientos de trigo y soja con 2 secuencias agrícolas en la región pampeana norte de Argentina. *In*: Díaz Roselló, R. ed. Siembra directa en el cono Sur. Montevideo, Uruguay, PROCISUR. pp. 275-288.
24. Formoso, F. 1993. Lotus Corniculatus. I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, INIA. 20 p (Serie Técnica no. 37).

25. \_\_\_\_\_. 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).
26. \_\_\_\_\_. 2007a. Avances en la siembra directa de pasturas. Montevideo, INIA. 150 p. (Serie Técnica no. 161).
27. \_\_\_\_\_. 2007b. Conceptos sobre implantación de pasturas. In: Jornada de Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 19-39.
28. \_\_\_\_\_. 2010. Festuca Arundinacea, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
29. Freire, A.; Methol, M. 1982. Evaluación primaria de Bromus auleticus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 124 p.
30. Friesen, D.; Orgoroso, S.; Silveira, F. 2002. Implantación y desarrollo de especies forrajeras sobre dos tipos de rastrojos de sorgo en siembra directa y laboreo convencional. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 187 p.
31. García, J.; Rebuffo, M.; Formoso, F. 1991. Las forrajeras de La Estanzuela. Montevideo, INIA. 15 p. (Boletín de Divulgación no. 7).
32. García, J. 1995a. Dactylis glomerata LE Oberón. Montevideo, INIA. 50 p. (Boletín de Divulgación no. 49).
33. \_\_\_\_\_. 1995b. Variedades de trébol blanco. La Estanzuela, INIA. 19 p. (Serie Técnica no. 70).
34. \_\_\_\_\_.; Rebuffo, M. 1988. Algunos factores importantes en la implantación de la festuca In: Jornadas Forrajeras (1988, Colonia del sacramento). Resultados de trabajos presentados. Montevideo, INIA. p. 21.
35. García Breijo, F. 2011. Biología y botánica; germinación de semillas. (en línea). Valencia, Universidad Politécnica de Valencia. s.p. Consultado oct. 2014. Disponible en [http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema\\_17.htm](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm)
36. García Préchac, F. 1998. Fundamentos de la siembra directa y su utilización en Uruguay. (en línea). Rivera, s.e. s. p. Consultado mar. 2015. Disponible en <http://www.rau.edu.uy/fagro/uepp/siembral.htm>
37. Gomes de Freitas, S.; Klaassen, A. 2011. Efecto de la fecha de siembra y tipo de barbecho en la implantación y producción inicial de mezclas con Festuca

- arundinacea y *Dactylis glomerata*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 131 p.
38. González, J.; Pippolo, D. 1999 Implantación de gramíneas y leguminosas sobre ladera de basalto profundo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 114 p.
39. Gutiérrez, F. 2010. Nuevas opciones para el cambio varietal que mejoran productividad y persistencia de pasturas. In: Día de Campo (1995, La Estanzuela, Uruguay). Pasturas y ovinos. Montevideo, INIA. p. 22 (Actividades de Difusión no. 78).
40. Hall, M.; Vough, L. 2007. Forage establishment and renovation. In: Barnes, R.; Nelson, C.; Moor, K.; Collins, M. eds. Forages; the science of grassland agriculture. Ames, Iowa, Blackwell. v.2, pp. 343-354.
41. INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). s.f. Procedimiento para la exportación de semillas. Montevideo. 21 p.
42. \_\_\_\_\_; INIA (Instituto Nacional de Semillas; Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, UY). 2012. Resumen de resultados de la evaluación de cultivares de especies forrajeras para el Registro Nacional de Cultivares; período 2011 -2012. (en línea). Colonia.111 p. Consultado oct.2014. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/Evaluacion\\_EF/Ano2012/PubForrajeras2012.pdf](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2012/PubForrajeras2012.pdf)
43. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 2013. Resumen de resultados de la evaluación de cultivares de especies forrajeras para el Registro Nacional de Cultivares; período 2012 - 2013. (en línea). Colonia.113 p. Consultado oct. 2014. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/Evaluacion\\_EF/Ano2013/PubForrajerasPeriodo2013.pdf](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2013/PubForrajerasPeriodo2013.pdf)
44. Langer, H. L. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
45. Mc William, J; Dowling, P; Clements, J. R. 1970. Some factors influencing the germination and early seedling development of pasture plants. Australian Journal of Agricultural Research. 21(1):19-32.
46. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 1971 Factors influencing the germination and establishment of pasture seed on the soil surface. In: International Grassland Congress (11th., 1970, Queensland, Australia). Proceedings. Queensland, CSIRO. pp. 578-583.



47. Marchesi, E. 1997. Conceptos generales sobre siembra directa. In: Jornada Nacional de Siembra Directa (6ª., 1997, Mercedes, Soriano, Uruguay). Memorias. Mercedes, AUSID/INIA/Prenader/ARS. pp. 4-7.
48. \_\_\_\_\_. 1999. Siembra directa y quema de rastrojos. In: Jornada Nacional de Siembra Directa (7ª., 1999, Mercedes, Uruguay). Memorias. Mercedes, AUSID. pp. 36- 38.
49. Martino, D. 1997. Siembra directa en los sistemas agrícolas ganaderos del litoral. Montevideo, INIA. 28 p. (Serie Técnica no. 82).
50. MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, UY). 2009. Guía de siembra directa. Montevideo. 47 p.
51. Mitchell, K. J. 1956. Growth of pasture species under controlled environment; I. Growth at various levels of constant temperature. *New Zealand Journal of Science Technology*. 38A: 1037–1046.
52. Moliterno, E. 2000. Variables básicas que definen el comportamiento productivo de mezclas forrajeras en su primer año. *Agrociencia* (Montevideo). 6 (1): 40-52.
53. Muslera, E.; Ratera, C. 1984. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento. Madrid, España, Mundi-Prensa. 702 p.
54. Olmos, F. 1993. *Bromus auleticus*. Montevideo, INIA. p. 30 (Serie Técnica no. 35).
55. \_\_\_\_\_. 2001. Tecnología para la mejora de la producción de forraje de Brunosoles del Noreste. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J. eds. Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos del Uruguay. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 123-148 (Boletín de Divulgación no. 76).
56. Otondo, J.; Cicchino, M.; Calvetty, M. 2009. Mezclas base alfalfa en un sistema de invernada de la Cuenca del Salado. (en línea). Buenos Aires. INTA EEA Cuenca del Salado. INTA. 6 p. Consultado nov. 2014. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/cuenca/info/documentos/pasturas/Alfalfa.pdf89>
57. Rebuffo, M. 2000. Implantación. In: Rebuffo, M.; Risso, D.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 29- 36 (Boletín de Divulgación no. 69).
58. Romero, L. 2001. Para lograr lo que queremos al sembrar. (en línea). Rafaela, INTA. 3 p. Consultado oct.2014. Disponible en <http://rafaela.inta.gov.ar/revistas/pxx10201.htm>
59. Rosengurtt, B. 1946. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay; 5a. contribución. Montevideo, Rosgal. 473 p.

60. Santiñaque, F. 1979. Estudios sobre la productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
61. \_\_\_\_\_.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Miscelánea CIAAB. no. 1: 16-21.
62. Schneiter, O. 2005. Mezclas de especies forrajeras templadas. In: Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina) Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. s.p.
63. Thomas, G. W. 1995. Análisis de la sustentabilidad del sistema de siembra directa en comparación con labranza convencional. In: Seminario Internacional sobre Avances en Siembra Directa (1994, Asunción, Paraguay). Trabajos presentados. Montevideo, IICA/PROCISUR. pp. 15-45 (Diálogo no. 44).
64. Toledo, S. rev. 2013. Guía para la presentación de trabajos finales. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. Departamento de Documentación y Biblioteca. 29 p. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/>
65. Zanoniani, R.; Boggiano, P.; Saldanha, S. 2001. Implantación de Bromus auleticus Trinius en cobertura. In: Reunión Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur (2001, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, IICA. PROCISUR. pp. 35-38 (Diálogo no. 56).

## 9. ANEXOS

### **Anexo 1. Partidas SAS**

#### Model Information

Data Set	WORK.ULTIMA2
Response Variable (Events)	<b>GRAM</b>
Response Variable (Trials)	TOTGRAM
Response Distribution	Binomial
Link Function	Logit
Variance Function	Default
Variance Matrix	Not blocked
Estimation Technique	Residual PL
Degrees of Freedom Method	Containment

#### **Class Level Information**

Class	Levels	Values
MEZCLA	4	Bro-Lotu Da-Alfal Da-Tr-Lo Fe-Tb-Lo
AGUA	2	CR SR
BLOQUE	3	I II III
Number of Observations Read		24
Number of Observations Used		24
Number of Events		742

Number of Trials 2976

Dimensions

G-side Cov. Parameters 1

Columns in X 10

Columns in Z 6

Subjects (Blocks in V) 1

Max Obs per Subject 24

Optimization Information

Optimization Technique Dual Quasi-Newton

Parameters in Optimization 1

Lower Boundaries 1

Upper Boundaries 0

Fixed Effects Profiled

Starting From Data

			Objective		Max	
Iteration	Restarts	Subiterations	Function	Change	Gradient	
0	0	3	21.609552569	0.11257181	0.000309	
1	0	2	24.067373293	0.01229892	0.000104	
2	0	2	24.34205592	0.00086407	3.607E-8	
3	0	1	24.345055448	0.00000982	3.546E-9	
4	0	0	24.345056226	0.00000000	4.576E-7	

Convergence criterion (PCONV=1.11022E-8) satisfied.

Fit Statistics

-2 Res Log Pseudo-Likelihood	24.35
Generalized Chi-Square	25.28
Gener. Chi-Square / DF	1.49

Covariance Parameter Estimates

Standard

Cov Parm	Estimate	Error
<b>AGUA*BLOQUE</b>	0.009684	0.02193

Z

	Num	Den		
Effect	DF	DF	F Value	Pr > F
BLOQUE	2	2	7.74	0.1145
AGUA	1	2	0.18	0.7092
MEZCLA	3	15	42.45	<b>&lt;.0001</b>

----- Effect=AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1 -----

Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean	Alpha
1	CR	-1.4362	0.1005	0.1921	0.01560	0.05	
2	SR	-1.4874	0.1011	0.1843	0.01521	0.05	
Obs	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group		
1	-1.8688	-1.0037	0.1337	0.2682	A		
2	-1.9226	-1.0522	0.1276	0.2588	A		

----- Effect=MEZCLA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2 -----

Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
3	Fe-Tb-Lo	-0.4400	0.09328	0.3917	0.02223	
4	Da-Alfal	-1.0486	0.08337	0.2595	0.01602	
5	Da-Tr-Lo	-1.1972	0.08579	0.2320	0.01528	
6	Bro-Lotu	-3.1614	0.2514	0.04065	0.009804	

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
3	0.05	-0.6388	-0.2412	0.3455	0.4400	A
4	0.05	-1.2263	-0.8709	0.2268	0.2951	B
5	0.05	-1.3801	-1.0143	0.2010	0.2661	B
6	0.05	-3.6973	-2.6255	0.02419	0.06752	C

Data Set WORK.ULTIMA2

Response Variable (Events) LEG

Response Variable (Trials) TOTLEG

Response Distribution Binomial

Link Function Logit

Variance Function Default

Variance Matrix Not blocked

Estimation Technique Residual PL

Degrees of Freedom Method Containment

Class Level Information

Class	Levels	Values
MEZCLA	4	Bro-Lotu Da-Alfal Da-Tr-Lo Fe-Tb-Lo
AGUA	2	CR SR
BLOQUE	3	I II III

Number of Observations Read	24
Number of Observations Used	24
Number of Events	1219
Number of Trials	2856

#### Dimensions

G-side Cov. Parameters	1
Columns in X	18
Columns in Z	6
Subjects (Blocks in V)	1
Max Obs per Subject	24

#### Optimization Information

Optimization Technique	Dual Quasi-Newton
Parameters in Optimization	1
Lower Boundaries	1
Upper Boundaries	0
Fixed Effects	Profiled
Starting From	Data

Objective	Max
-----------	-----

Iteration	Restarts	Subiterations	Function	Change	Gradient
-----------	----------	---------------	----------	--------	----------

0	0	4	28.944901315	0.40364052	0.000156
1	0	2	29.670814787	0.02395959	0.000354
2	0	2	29.683804328	0.00028298	4.613E-8
3	0	0	29.683815521	0.00000000	8.832E-6

Convergence criterion (PCONV=1.11022E-8) satisfied.

Fit Statistics

-2 Res Log Pseudo-Likelihood	29.68
Generalized Chi-Square	35.65
Gener. Chi-Square / DF	2.55

Covariance Parameter Estimates

Standard

Cov Parm	Estimate	Error
AGUA*BLOQUE	0.003429	0.01392

Type III Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
BLOQUE	2	2	10.10	0.0901
AGUA	1	2	16.59	0.0553
MEZCLA	3	12	117.95	<.0001
MEZCLA*AGUA	3	12	4.00	<b>0.0347</b>

----- Effect=AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1 -----

Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Standard Error	Mean	Standard Error of Mean	Alpha
1	CR	0.06048	0.07070	0.5151	0.01766	0.05	



2 SR -0.3393 0.06812 0.4160 0.01655 0.05

Lower Upper Letter

Obs Lower Upper Mean Mean Group

1 -0.2437 0.3647 0.4394 0.5902 A

2 -0.6324 -0.04627 0.3470 0.4884 A

----- Effect=MEZCLA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2 -----

Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
3	Bro-Lotu	1.1043	0.1005	0.7511	0.01879	
4	Da-Alfal	0.1061	0.09736	0.5265	0.02427	
5	Da-Tr-Lo	-0.7104	0.07518	0.3295	0.01661	
6	Fe-Tb-Lo	-1.0578	0.08064	0.2577	0.01543	

Lower Upper Letter

Obs Alpha Lower Upper Mean Mean Group

3 0.05 0.8854 1.3232 0.7079 0.7897 A

4 0.05 -0.1060 0.3182 0.4735 0.5789 B

5 0.05 -0.8742 -0.5465 0.2944 0.3667 C

6 0.05 -1.2335 -0.8821 0.2256 0.2927 D

----- Effect=MEZCLA\*AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
7	Bro-Lotu	CR	1.5520	0.1557	0.8252	0.02246
8	Da-Alfal	CR	0.1594	0.1377	0.5398	0.03422

9	Da-Tr-Lo	CR	-0.4785	0.1025	0.3826	0.02421
10	Fe-Tb-Lo	CR	-0.9910	0.1123	0.2707	0.0221

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
7	0.05	1.2128	1.8912	0.7708	0.8689	A
8	0.05	-0.1407	0.4595	0.4649	0.6129	B
9	0.05	-0.7018	-0.2552	0.3314	0.4366	C
10	0.05	-1.2357	-0.7464	0.2252	0.3216	C

----- **Effect=MEZCLA\*AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4**

Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Error	Standard Mean	Standard Error of Mean
11	Bro-Lotu	SR	0.6566	0.1270	0.6585	0.02856
12	Da-Alfal	SR	0.05276	0.1376	0.5132	0.03438
13	Da-Tr-Lo	SR	-0.9422	0.1100	0.2805	0.02219
14	Fe-Tb-Lo	SR	-1.1245	0.1156	0.2452	0.02140

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
11	0.05	0.3799	0.9333	0.5938	0.7177	A
12	0.05	-0.2471	0.3526	0.4385	0.5873	A
13	0.05	-1.1818	-0.7027	0.2347	0.3312	B
14	0.05	-1.3765	-0.8726	0.2016	0.2947	B

----- **Effect=MEZCLA\*AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3**

Standard

Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Error	Standard Error of Mean
7	Bro-Lotu	CR	1.5520	0.1557	0.8252 0.02246
8	Bro-Lotu	SR	0.6566	0.1270	0.6585 0.02856

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
7	0.05	1.2128	1.8912	0.7708	0.8689	A
8	0.05	0.3799	0.9333	0.5938	0.7177	B

----- **Effect=MEZCLA\*AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4**

Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Error	Standard Error of Mean
9	Da-Alfal	CR	0.1594	0.1377	0.5398 0.03422
10	Da-Alfal	SR	0.05276	0.1376	0.5132 0.03438

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
9	0.05	-0.1407	0.4595	0.4649	0.6129	A
10	0.05	-0.2471	0.3526	0.4385	0.5873	A

----- **Effect=MEZCLA\*AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5**

Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Error	Standard Error of Mean
11	Da-Tr-Lo	CR	-0.4785	0.1025	0.3826 0.02421
12	Da-Tr-Lo	SR	-0.9422	0.1100	0.2805 0.02219

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
-----	-------	-------	-------	------------	------------	--------------

11	0.05	-0.7018	-0.2552	0.3314	0.4366	A
12	0.05	-1.1818	-0.7027	0.2347	0.3312	A

----- **Effect=MEZCLA\*AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=6**

Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Error	Standard Mean	Standard Error of Mean
13	Fe-Tb-Lo	CR	-0.9910	0.1123	0.2707	0.02217
14	Fe-Tb-Lo	SR	-1.1245	0.1156	0.2452	0.02140

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
13	0.05	-1.2357	-0.7464	0.2252	0.3216	A
14	0.05	-1.3765	-0.8726	0.2016	0.2947	A

Data Set                    WORK.ULTIMA2

Response Variable (Events)   **MEZ**

Response Variable (Trials)   TOTMEZ

Response Distribution        Binomial

Link Function                Logit

Variance Function            Default

Variance Matrix              Not blocked

Estimation Technique        Residual PL

Degrees of Freedom Method   Containmen

Class Level Information

Class    Levels    Values

MEZCLA 4 Bro-Lotu Da-Alfal Da-Tr-Lo Fe-Tb-Lo

AGUA 2 CR SR

BLOQUE 3 I II III

Number of Observations Read 24

Number of Observations Used 24

Number of Events 1961

Number of Trials 5832

#### Dimensions

G-side Cov. Parameters 1

Columns in X 10

Columns in Z 6

Subjects (Blocks in V) 1

Max Obs per Subject 24

#### Optimization Information

Optimization Technique Dual Quasi-Newton

Parameters in Optimization 1

Lower Boundaries 1

Upper Boundaries 0

Fixed Effects Profiled

Starting From Data

Objective Max

Iteration Restarts Subiterations Function Change Gradient

0	0	4	17.973428633	0.11107573	9.744E-6
1	0	2	18.117405199	0.00208176	1.105E-6
2	0	2	18.118053507	0.00000536	3.327E-7
3	0	0	18.118053888	0.00000000	5.643E-7

Convergence criterion (PCONV=1.11022E-8) satisfied.

Fit Statistics

-2 Res Log Pseudo-Likelihood	18.12
Generalized Chi-Square	39.88
Gener. Chi-Square / DF	2.35

Covariance Parameter Estimates

Standard

Cov Parm	Estimate	Error
AGUA*BLOQUE	0.008796	0.01381

Num Den

Effect	DF	DF	F Value	Pr > F
BLOQUE	2	2	8.70	0.1031
AGUA	1	2	4.54	0.1668
MEZCLA	3	15	31.44	<.0001

----- Effect=AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1 -----

				Standard		
				Standard	Error of	
Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Error	Mean	Alpha
1	CR	-0.5381	0.06696	0.3686	0.01558	0.05
2	SR	-0.7407	0.06778	0.3229	0.01482	0.05

Obs	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
1	-0.8262	-0.2500	0.3045	0.4378	A
2	-1.0323	-0.4490	0.2626	0.3896	A

----- Effect=MEZCLA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2 -----

Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Error	Mean	Standard Error of Mean
3	Bro-Lotu		-0.1740	0.07426	0.4566	0.01843
4	Da-Alfal		-0.6459	0.06763	0.3439	0.01526
5	Fe-Tb-Lo		-0.7923	0.06801	0.3117	0.01459
6	Da-Tr-Lo		-0.9453	0.06406	0.2798	0.01291

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
3	0.05	-0.3323	-0.01573	0.4177	0.4961	A
4	0.05	-0.7901	-0.5017	0.3122	0.3771	B
5	0.05	-0.9372	-0.6473	0.2815	0.3436	BC
6	0.05	-1.0818	-0.8087	0.2532	0.3082	C

Data Set                    WORK.ULTIMA2

Response Variable        **MALEZAS**

Response Distribution    Negative Binomial

Link Function            Log

Variance Function        Default

Variance Matrix         Not blocked

Estimation Technique      Residual PL

Degrees of Freedom Method    Containment

Class    Levels    Values

MEZCLA      4    Bro-Lotu Da-Alfal Da-Tr-Lo Fe-Tb-Lo

AGUA      2    CR SR

BLOQUE      3    I II III

Number of Observations Read      24

Number of Observations Used      24

#### Dimensions

G-side Cov. Parameters      1

R-side Cov. Parameters      1

Columns in X      10

Columns in Z      6

Subjects (Blocks in V)      1

Max Obs per Subject      24

#### Optimization Information

Optimization Technique      Dual Quasi-Newton

Parameters in Optimization    2

Lower Boundaries      2

Upper Boundaries      0

Fixed Effects      Profiled

Starting From      Data

Objective

Max



Iteration	Restarts	Subiterations	Function	Change	Gradient
0	0	11	30.755741773	2.00000000	37.96887
1	0	0	33.115900956	0.06185793	34.92428
2	0	0	33.366095214	0.00027041	34.60044
3	0	0	33.367882772	0.00000002	34.59857
4	0	0	33.36788288	0.00000000	34.59857

Convergence criterion (PCONV=1.11022E-8) satisfied.

Estimated G matrix is not positive definite.

#### Fit Statistics

-2 Res Log Pseudo-Likelihood	33.37
Generalized Chi-Square	15.63
Gener. Chi-Square / DF	0.92

#### Covariance Parameter Estimates

##### Standard

Cov Parm	Estimate	Error
AGUA*BLOQUE	6.32E-19	.
Scale	1.94E-18	.

	Num	Den		
Effect	DF	DF	F Value	Pr > F
BLOQUE	2	2	0.09	0.9162
AGUA	1	2	0.11	0.7691
MEZCLA	3	15	23.13	<.0001

----- **Effect=AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1** -----

Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean	Alpha
1	CR	1.5710	0.1309	4.8116	0.6296	0.05	
2	SR	1.5147	0.1339	4.5479	0.6088	0.05	

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
1	1.0080	2.1341	2.7401	8.4491	A	
2	0.9387	2.0906	2.5567	8.0898	A	

----- **Effect=MEZCLA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2** -----

Obs	MEZCLA	AGUA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean
3	Bro-Lotu	2.6139	0.1105	13.6523	1.5086
4	Fe-Tb-Lo	1.4261	0.2000	4.1623	0.8326
5	Da-Alfal	1.1516	0.2294	3.1633	0.7258
6	Da-Tr-Lo	0.9798	0.2500	2.6639	0.6660

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
3	0.05	2.3784	2.8494	10.7875	17.2780	A
4	0.05	0.9997	1.8524	2.7175	6.3753	B
5	0.05	0.6626	1.6407	1.9398	5.1587	B
6	0.05	0.4469	1.5127	1.5634	4.5390	B

**Gramineas**

Data Set

WORK.BB

Response Variable (Events) GRAM\_EM  
 Response Variable (Trials) GRAM\_SEM  
 Response Distribution Binomial  
 Link Function Logit  
 Variance Function Default  
 Variance Matrix Not blocked  
 Estimation Technique Residual PL  
 Degrees of Freedom Method Kenward-Roger  
 Fixed Effects SE Adjustment Kenward-Roger

Class Level Information

Class	Levels	Values
MEZCLA	3	Da-Alfal Da-Tr-Lo Fe-Tb-Lo
AGUA	2	CR SR
BLOQUE	3	I II III
DIA	3	0 16 28

Number of Observations Read 54  
 Number of Observations Used 54  
 Number of Events 3068  
 Number of Trials 17928

Dimensions

G-side Cov. Parameters 1  
 R-side Cov. Parameters 2  
 Columns in X 51

Columns in Z            6  
 Subjects (Blocks in V)    1  
 Max Obs per Subject    54

Optimization Information

Optimization Technique    Dual Quasi-Newton  
 Parameters in Optimization 2  
 Lower Boundaries        2  
 Upper Boundaries        1  
 Fixed Effects            Profiled  
 Residual Variance        Profiled  
 Starting From            Data

Iteration	Restarts	Subiterations	Objective	Max	Gradient
			Function	Change	
0	0	4	32.033257408	2.00000000	0.000031
1	0	3	33.230510867	0.05449248	0.00427
2	0	3	33.245880607	0.00060348	0.000019
3	0	2	33.245907828	0.00000505	0.000038
4	0	1	33.245907778	0.00000183	0.000226
5	0	1	33.24590774	0.00000156	8.191E-7
6	0	0	33.245907773	0.00000002	8.145E-8
7	0	0	33.245907773	0.00000000	8.171E-8

Fit Statistics

-2 Res Log Pseudo-Likelihood    33.25

Generalized Chi-Square 118.06

Gener. Chi-Square / DF 3.47

Covariance Parameter Estimates

		Standard	
Cov Parm	Subject	Estimate	Error
AGUA*BLOQUE		0.007197	0.01905
AR(1)	MEZCLA*AGUA*BLOQUE	0.2169	0.2129
Residual		3.4723	0.9462

Type III Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
BLOQUE	2	1.982	0.04	0.9646
AGUA	1	2.156	0.57	0.5232
MEZCLA	2	10.13	0.90	0.4357
MEZCLA*AGUA	2	10.13	0.26	0.7739
DIA	2	24.09	40.27	<.0001
AGUA*DIA	2	24.09	0.05	0.9525
MEZCLA*DIA	4	24.58	1.38	0.2710
MEZCLA*AGUA*DIA	4	24.58	0.83	0.516

Contrasts

Label	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
dia lin	1	31.85	76.38	<.0001
dia cuad	1	17.27	0.63	0.4379
dia lin Dac-AA	1	31.85	30.54	<.0001
dia cuad Dac-AA	1	17.42	1.15	0.2988
dia lin Dac-TR-Lo	1	31.86	20.09	<.0001
dia cuad Dac-TR-Lo	1	16.78	1.71	0.2089
dia lin Fes-TB-Lo	1	31.84	26.61	<.0001
dia cuad Fes-TB-Lo	1	17.57	2.33	0.1448

**Gramíneas**

----- **Effect=AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1** -----

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean
1	CR	_	-1.5778	0.07726	0.1711	0.01096
2	SR	_	-1.6611	0.07858	0.1596	0.01054

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
1	0.05	-1.8980	-1.2575	0.1303	0.2214	A
2	0.05	-1.9678	-1.3545	0.1226	0.2051	A

----- **Effect=MEZCLA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2** -----

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean
3	Da-Alfal	_	-1.5470	0.08042	0.1755	0.01164
4	Da-Tr-Lo	_	-1.6235	0.08163	0.1647	0.01123
5	Fe-Tb-Lo	_	-1.6879	0.08360	0.1561	0.01101

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
3	0.05	-1.7320	-1.3620	0.1503	0.2039	A
4	0.05	-1.8100	-1.4369	0.1406	0.1920	A
5	0.05	-1.8775	-1.4983	0.1327	0.1827	A

----- **Effect=MEZCLA\*AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3** -----

Standard  
Standard Error of

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Error	Mean	Mean
6	Da-Alfal	CR	_	-1.5407	0.1131	0.1764	0.01643
7	Da-Alfal	SR	_	-1.5534	0.1144	0.1746	0.01648

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
6	0.05	-1.8014	-1.2800	0.1417	0.2176	A
7	0.05	-1.8160	-1.2908	0.1399	0.2157	A

----- **Effect=MEZCLA\*AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4**

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
8	Da-Tr-Lo	CR	_	-1.5423	0.1132	0.1762	0.01643
9	Da-Tr-Lo	SR	_	-1.7046	0.1177	0.1539	0.01532

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
8	0.05	-1.8030	-1.2815	0.1415	0.2173	A
9	0.05	-1.9717	-1.4376	0.1222	0.1919	A

----- **Effect=MEZCLA\*AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5**

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
10	Fe-Tb-Lo	CR	_	-1.6503	0.1171	0.1611	0.01583
11	Fe-Tb-Lo	SR	_	-1.7254	0.1193	0.1512	0.01531

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
10	0.05	-1.9169	-1.3838	0.1282	0.2004	A

11 0.05 -1.9951 -1.4558 0.1197 0.1891 A

----- Effect=DIA Method=Tukey-Kramer (P<0.05) Set=6 -----

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
12		0	-1.1800	0.06671	0.2351	0.01200	
13		16	-1.6955	0.07532	0.1550	0.009867	
14		28	-1.9829	0.08171	0.1210	0.008691	
12	0.05	-1.3622	-0.9977	0.2039	0.2694		A
13	0.05	-1.8756	-1.5155	0.1329	0.1801		B
14	0.05	-2.1680	-1.7977	0.1027	0.1421		C

----- Effect=AGUA\*DIA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=7 -----

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
15	CR	0	-1.1347	0.09334	0.2433	0.01718	
16	CR	16	-1.6416	0.1051	0.1622	0.01429	
17	CR	28	-1.9570	0.1145	0.1238	0.01242	
18	SR	0	-1.2252	0.09534	0.2270	0.01673	
19	SR	16	-1.7495	0.1079	0.1481	0.01361	
20	SR	28	-2.0087	0.1166	0.1183	0.01216	
15	0.05	-1.3939	-0.8755	0.1988	0.2941		A
16	0.05	-1.8956	-1.3876	0.1306	0.1998		BC
17	0.05	-2.2177	-1.6963	0.09817	0.1550		C



18	0.05	-1.4818	-0.9686	0.1852	0.2752	AB
19	0.05	-2.0049	-1.4941	0.1187	0.1833	C
20	0.05	-2.2716	-1.7458	0.09350	0.1486	C

----- **Effect=MEZCLA\*DIA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=8 ---**

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
21	Da-Alfal	0	-1.0602	0.1017	0.2573	0.01943	
22	Da-Alfal	16	-1.6745	0.1200	0.1578	0.01595	
23	Da-Alfal	28	-1.9064	0.1292	0.1294	0.01455	
21	0.05	-1.2745	-0.8459	0.2185	0.3003		A
22	0.05	-1.9222	-1.4267	0.1276	0.1936		B
23	0.05	-2.1719	-1.6409	0.1023	0.1623		B
24	Da-Tr-Lo	0	-1.2836	0.1074	0.2169	0.01824	
25	Da-Tr-Lo	16	-1.5543	0.1154	0.1745	0.01662	
26	Da-Tr-Lo	28	-2.0325	0.1350	0.1158	0.01383	
24	0.05	-1.5080	-1.0593	0.1812	0.2574		A
25	0.05	-1.7934	-1.3152	0.1427	0.2116		AB
26	0.05	-2.3094	-1.7555	0.09035	0.1474		B

----- **Effect=MEZCLA\*DIA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=10 --**

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
27	Fe-Tb-Lo	0	-1.1960	0.1048	0.2322	0.01869	

28	Fe-Tb-Lo		16	-1.8579	0.1270	0.1349	0.01483
29	Fe-Tb-Lo		28	-2.0097	0.1340	0.1182	0.01397
27	0.05	-1.4159	-0.9762	0.1953	0.2736	A	
28	0.05	-2.1192	-1.5966	0.1072	0.1685	B	
29	0.05	-2.2847	-1.7347	0.09240	0.1500	B	

----- Effect=MEZCLA\*AGUA\*DIA Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean
30	Da-Alfal	CR	0	-1.1256	0.1458	0.02696
31	Da-Alfal	CR	16	-1.5458	0.1627	0.02356
32	Da-Alfal	CR	28	-1.9507	0.1854	0.02021
33	Da-Alfal	SR	0	-0.9948	0.1418	0.02794
34	Da-Alfal	SR	16	-1.8031	0.1763	0.02142
35	Da-Alfal	SR	28	-1.8622	0.1799	0.02093
30	0.05	-1.4321	-0.8191	0.1928	0.3060	AB
31	0.05	-1.8830	-1.2086	0.1320	0.2299	AB
32	0.05	-2.3315	-1.5698	0.08855	0.1722	B
33	0.05	-1.2944	-0.6952	0.2151	0.3329	A
34	0.05	-2.1663	-1.4399	0.1028	0.1916	B
35	0.05	-2.2321	-1.4922	0.09690	0.1836	B

----- Effect=MEZCLA\*AGUA\*DIA Method=Tukey-Kramer(P<0.05)

Standard Error of

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Error	Mean	Mean
36	Da-Tr-Lo	CR	0	-1.1475	0.1465	0.2410	0.02679
37	Da-Tr-Lo	CR	16	-1.4914	0.1601	0.1837	0.02402
38	Da-Tr-Lo	CR	28	-1.9880	0.1879	0.1205	0.01991
39	Da-Tr-Lo	SR	0	-1.4198	0.1570	0.1947	0.02461
40	Da-Tr-Lo	SR	16	-1.6172	0.1662	0.1656	0.02297
41	Da-Tr-Lo	SR	28	-2.0769	0.1940	0.1114	0.01919
36	0.05	-1.4553	-0.8397	0.1892	0.3016	A	
37	0.05	-1.8238	-1.1589	0.1390	0.2389	A	
38	0.05	-2.3736	-1.6024	0.08521	0.1676	A	
39	0.05	-1.7464	-1.0932	0.1485	0.2510	A	
40	0.05	-1.9611	-1.2734	0.1234	0.2187	A	
41	0.05	-2.4745	-1.6793	0.07767	0.1572	A	

### Leguminosas

Data Set                    WORK.BB

Response Variable (Events)    LEG\_EM

Response Variable (Trials)    LEG\_SEM

Response Distribution        Binomial

Link Function                Logit

Variance Function            Default

Variance Matrix              Not blocked

Estimation Technique        Residual PL

Degrees of Freedom Method Kenward-Roger

Fixed Effects SE Adjustment Kenward-Roger

Class Levels Values

MEZCLA 3 Da-Alfal Da-Tr-Lo Fe-Tb-Lo

AGUA 2 CR SR

BLOQUE 3 I II III

DIA 3 0 16 28

Number of Observations Read 54

Number of Observations Used 54

Number of Events 1961

Number of Trials 14904

#### Dimensions

G-side Cov. Parameters 1

R-side Cov. Parameters 2

Columns in X 51

Columns in Z 6

Subjects (Blocks in V) 1

Max Obs per Subject 54

#### Optimization Information

Optimization Technique Dual Quasi-Newton

Parameters in Optimization 2

Lower Boundaries 2

Upper Boundaries 1

Fixed Effects            Profiled  
 Residual Variance       Profiled  
 Starting From            Data

Iteration History

Iteration	Restarts	Subiterations	Objective	Max	Gradient
			Function	Change	
0	0	7	46.455715265	2.00000000	0.000182
1	0	6	53.879688719	0.50049962	0.000028
2	0	4	55.090917979	0.20781746	0.000778
3	0	3	55.177915799	0.02613364	0.000317
4	0	3	55.183953788	0.00178015	0.000014
5	0	2	55.184333256	0.00010616	1.09E-6
6	0	1	55.184354731	0.00000648	0.000235
7	0	2	55.184355731	0.00000083	6.615E-6
8	0	0	55.184355969	0.00000001	7.658E-6

Convergence criterion (PCONV=1.11022E-8) satisfied.

Fit Statistics

-2 Res Log Pseudo-Likelihood    55.18  
 Generalized Chi-Square            172.28  
 Gener. Chi-Square / DF            5.07

Covariance Parameter Estimates

Cov Parm	Subject	Standard	
		Estimate	Error

AGUA*BLOQUE		0.01368	0.05048
AR(1)	MEZCLA*AGUA*BLOQUE	0.4626	0.2010
Residual		5.0671	1.6673

Type III Tests of Fixed Effects

	Num	Den			
Effect	DF	DF	F Value	Pr > F	
BLOQUE	2	1.8	0.60	0.6326	
AGUA	1	2.339	0.13	0.7503	
MEZCLA	2	8.019	7.38	<b>0.0152</b>	
MEZCLA*AGUA	2	8.019	0.06	0.9431	
DIA	2	24.81	8.40	0.0016	
AGUA*DIA	2	24.81	2.38	<b>0.1137</b>	
MEZCLA*DIA	4	24.99	2.38	0.0790	
MEZCLA*AGUA*DIA	4	24.99	1.10	0.3804	

Contrasts

Label	DF	DF	F Value	Pr > F
dia lin	1	31.77	4.67	0.0384
dia cuad	1	18.72	11.52	0.0031
dia lin Dac-AA	1	31.59	0.29	0.5924
dia cuad Dac-AA	1	17.9	3.22	0.0898
dia lin Dac-TR-Lo	1	31.59	0.13	0.7221
dia cuad Dac-TR-Lo	1	17.97	5.04	0.0375
dia lin Fes-TB-Lo	1	31.86	10.69	0.0026

dia cuad Fes-TB-Lo 1 19.65 3.70 0.0690

----- **Effect=AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1** -----

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
1	CR	_	-1.9205	0.1249	0.1278	0.01392	
2	SR	_	-1.9842	0.1267	0.1209	0.01346	
Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group	
1	0.05	-2.3971	-1.4439	0.08339	0.1909	A	
2	0.05	-2.4505	-1.5180	0.07941	0.1798	A	

----- **Effect=MEZCLA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2** -----

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
3	Da-Alfal	_	-1.8248	0.1286	0.1389	0.01538	
4	Da-Tr-Lo	_	-1.6556	0.1225	0.1604	0.01650	
5	Fe-Tb-Lo	_	-2.3767	0.1602	0.08496	0.01245	
Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group	
3	0.05	-2.1189	-1.5306	0.1073	0.1779	AB	
4	0.05	-1.9415	-1.3697	0.1255	0.2027	A	
5	0.05	-2.7286	-2.0248	0.06130	0.1166	B	

----- **Effect=MEZCLA\*AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3** -----

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
-----	--------	------	-----	----------	----------------	------------------------	------

6	Da-Alfal	CR	_	-1.8103	0.1808	0.1406	0.02185
7	Da-Alfal	SR	_	-1.8393	0.1830	0.1371	0.02166
6	0.05	-2.2247	-1.3958	0.09755	0.1985	A	
7	0.05	-2.2573	-1.4213	0.09472	0.1945	A	

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
-----	--------	------	-----	----------	----------------	------------------------	------

8	Da-Tr-Lo	CR	_	-1.5903	0.1702	0.1693	0.02394
9	Da-Tr-Lo	SR	_	-1.7210	0.1764	0.1517	0.02271

Obs	Alpha	Lower	Upper	Mean	Mean	Group
8	0.05	-1.9910	-1.1895	0.1201	0.2333	A
9	0.05	-2.1296	-1.3124	0.1063	0.2121	A

----- **Effect=MEZCLA\*AGUA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5** -----

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
-----	--------	------	-----	----------	----------------	------------------------	------

10	Fe-Tb-Lo	CR	_	-2.3611	0.2260	0.08619	0.01780
11	Fe-Tb-Lo	SR	_	-2.3924	0.2272	0.08375	0.0174
10	0.05	-2.8575	-1.8646	0.05429	0.1342	A	
11	0.05	-2.8916	-1.8932	0.05257	0.1309	A	

----- **Effect=DIA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=6** -----

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
-----	--------	------	-----	----------	----------------	------------------------	------



12		0	-2.0114	0.1162	0.1180	0.01210
13		16	-2.1423	0.1174	0.1051	0.01104
14		28	-1.7034	0.1011	0.1540	0.01317
12	0.05	-2.2951	-1.7277	0.09153	0.1509	AB
13	0.05	-2.4263	-1.8584	0.08119	0.1349	B
14	0.05	-2.0027	-1.4041	0.1189	0.1972	A

----- Effect=AGUA\*DIA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=7 -----

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
15	CR	0	-2.1336	0.1744	0.1059	0.01651	
16	CR	16	-2.0168	0.1568	0.1175	0.01625	
17	CR	28	-1.6112	0.1397	0.1664	0.01938	
18	SR	0	-1.8892	0.1539	0.1313	0.01756	
19	SR	16	-2.2679	0.1749	0.09382	0.01487	
20	SR	28	-1.7956	0.1463	0.1424	0.01787	

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
15	0.05	-2.5396	-1.7276	0.07313	0.1509	A
16	0.05	-2.4192	-1.6144	0.08172	0.1660	A
17	0.05	-2.0454	-1.1770	0.1145	0.2356	A
18	0.05	-2.2947	-1.4837	0.09156	0.1849	A
19	0.05	-2.6749	-1.8609	0.06447	0.1346	A
20	0.05	-2.2123	-1.3789	0.09865	0.2012	A

----- Effect=MEZCLA\*DIA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=8 ---

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Error	Standard Error of Mean	Mean
21	Da-Alfal	0	-1.6939	0.1601	0.1553	0.02099	
22	Da-Alfal	16	-2.0014	0.1773	0.1191	0.01860	
23	Da-Alfal	28	-1.7791	0.1645	0.1444	0.02032	
21	0.05	-2.0322	-1.3555	0.1159	0.2050		A
22	0.05	-2.3715	-1.6313	0.08537	0.1637		A
23	0.05	-2.1254	-1.4329	0.1067	0.1927		A

----- Effect=MEZCLA\*DIA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=9 ---

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Error	Standard Error of Mean	Mean
24	Da-Tr-Lo	0	-1.6048	0.1558	0.1673	0.02170	
25	Da-Tr-Lo	16	-1.8550	0.1687	0.1353	0.01973	
26	Da-Tr-Lo	28	-1.5070	0.1522	0.1814	0.02259	
Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group	
24	0.05	-1.9357	-1.2739	0.1261	0.2186	A	
25	0.05	-2.2089	-1.5011	0.09895	0.1823	A	
26	0.05	-1.8319	-1.1822	0.1380	0.2347	A	

----- Effect=MEZCLA\*DIA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=10 --

Standard Error of

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Error	Mean	Mean
27	Fe-Tb-Lo	0	-2.7355	0.2405	0.06091	0.01375	
28	Fe-Tb-Lo	16	-2.5706	0.2241	0.07105	0.01479	
29	Fe-Tb-Lo	28	-1.8241	0.1670	0.1389	0.01998	

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
27	0.05	-3.2324	-2.2387	0.03797	0.09633	B
28	0.05	-3.0337	-2.1075	0.04593	0.1084	B
29	0.05	-2.1749	-1.4733	0.1020	0.1864	A

----- **Effect=MEZCLA\*AGUA\*DIA Method=Tukey-Kramer(P<0.05)**

Obs	MEZCLA	AGUA	DIA	Estimate	Standard Error	Standard Error of Mean	Mean
30	Da-Alfal	CR	0	-1.7190	0.2281	0.1520	0.02941
31	Da-Alfal	CR	16	-1.9643	0.2476	0.1230	0.02670
32	Da-Alfal	CR	28	-1.7474	0.2302	0.1484	0.02909
33	Da-Alfal	SR	0	-1.6687	0.2247	0.1586	0.02998
34	Da-Alfal	SR	16	-2.0384	0.2541	0.1152	0.02590
35	Da-Alfal	SR	28	-1.8108	0.2351	0.1405	0.02839

Obs	Alpha	Lower	Upper	Lower Mean	Upper Mean	Letter Group
30	0.05	-2.2007	-1.2374	0.09969	0.2249	A

31	0.05	-2.4816	-1.4470	0.07716	0.1905	A
32	0.05	-2.2328	-1.2620	0.09684	0.2206	A
33	0.05	-2.1443	-1.1930	0.1049	0.2327	A
34	0.05	-2.5682	-1.5087	0.07122	0.1811	A
35	0.05	-2.3050	-1.3166	0.09071	0.2114	A