

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**SELECTIVIDAD EN COBERTURAS DE AVENA DE DISTINTOS  
TRATAMIENTOS HERBICIDAS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE  
MALEZAS**

**por**

**Santiago Agustín IBÁÑEZ ORIHUELA  
Guido Orestes MACHADO ESTEVES**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2015**

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. Dra. Grisel Fernandez

-----  
Ing. Agr. Juana Villalba

-----  
Ing. Agr. Lorena Scaglia

Fecha: 18 de abril de 2015

Autor:

-----  
Santiago Ibáñez Orihuela

-----  
Guido Machado Esteves

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer a todas las personas que nos ayudaron a que este trabajo fuese posible y que de alguna manera participaron de él. En primer lugar quisiéramos agradecer a nuestro tutor, Grisel Fernández, de quien recibimos gran apoyo, dedicación y compañía.

A quienes trabajaron con nosotros en la realización del trabajo de campo día a día y nos dieron una mano para que este trabajo fuera más liviano y ameno, entre estos: Lorena Scaglia y Grisel Fernández.

Por último pero no menos importante, le agradecemos a familiares, amigos de siempre, y a los que hemos cosechado a lo largo de esta instancia de nuestra vida.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
2.1. CULTIVO DE COBERTURA .....	2
2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ESPECIES UTILIZADAS.....	3
2.2.1. <u>Avena</u> .....	3
2.2.1.1 <u>Avena strigosa</u> .....	4
2.3. EFECTOS PARTICULARES DE CULTIVO DE AVENA COMO CULTIVO COBERTURA.....	4
2.4. CONTROL DE MALEZAS.....	5
2.5. CONSIDERACIONES SOBRE LOS HERBICIDAS UTILIZADOS.....	6
2.5.1. <u>Hormonales o reguladores del crecimiento</u> .....	6
2.5.2. <u>Inhibidores de pigmentos</u> .....	7
2.5.3. <u>Inhibidores de la síntesis de amino ácidos</u> .....	7
2.6. SELECTIVIDAD DE HERBICIDAS.....	8
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	10
3.1. LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS.....	10
3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS EXPERIMENTOS.....	10
3.2.1. <u>Tratamientos químicos</u> .....	10
3.2.2. <u>Metodología de instalación</u> .....	11
3.3 DETERMINACIONES.....	13
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	14
3.4.1. <u>Diseño experimental y modelo estadístico</u> .....	14
3.4.2. <u>Procesamiento de la información</u> .....	14
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	15
4.1. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS SOBRE AVENA STRIGOSA.....	16
4.1.1. <u>Daño</u> .....	16
4.1.2. <u>Producción de materia seca</u> .....	18
4.1.3. <u>Altura de planta</u> .....	21
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	23

6. RESUMEN..... 24

7. SUMMARY..... 26

8. BIBLIOGRAFÍA..... 30

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Tratamientos.....	11
2. Fechas de las determinaciones en ambos experimentos.....	13
Figura No.	
1. Croquis <i>Avena bizantina</i> .....	12
2. Croquis <i>Avena strigosa</i> .....	12
3. Temperatura mínima y temperatura promedio durante 15 días pre-aplicación y 20 días post-aplicación, comparada con la temperatura (2002-2012) en igual periodo.....	15
4. Precipitaciones durante 15 días pre-aplicación y 20 días post-aplicación, comparada con precipitaciones (2002-2012) en igual periodo.....	16
5. Daño en avena expresado en % estimado a los 14 dpa.....	17
6. Daño en avena expresado en % estimado a los 40 dpa.....	17
7. M.S. (gr/m <sup>2</sup> ) a los 14 dpa para los distintos tratamientos y el testigo.....	19
8. M.S. (gr/m <sup>2</sup> ) a los 40 dpa para los distintos tratamientos y el testigo.....	20
9. Altura de planta (cm) a los 50 dpa par los distintos tratamientos y el testigo.....	21

## 1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay, se ha producido un fuerte cambio en los sistemas productivos del sector agropecuario debido a una gran expansión del sector agrícola. Esto básicamente se produjo debido al aumento en los precios internacionales de la soja, lo que hizo crecer exponencialmente el área sembrada de dicho cultivo y que se realice en una gran proporción como monocultivo.

El monocultivo de soja produce bajas cantidades de materia seca anuales y el rastrojo que deja desaparece rápidamente del suelo, dejándolo expuesto a la erosión más del 80% del tiempo entre la cosecha y el momento del cierre del entresurco del cultivo siguiente (Siri y Ernst, 2011).

Por tal motivo, la sustentabilidad del sistema de producción se ve afectada negativamente. Para mejorarla se debe incrementar la entrada de carbono orgánico al suelo a través de un mayor aporte de biomasa vegetal. En este sentido, los cultivos de coberturas son una herramienta agronómica ideal porque cumplen el doble rol de aportar carbono, crear cobertura vegetal e incrementar el potencial de rendimiento de los cultivos renta de verano. Además, son una herramienta importante en el manejo de malezas, pues reducen su crecimiento al competir por espacio, luz, humedad y nutrientes (Siri y Ernst, 2011).

A su vez, asociado a esto, se crea un Plan de uso y manejo de suelos con el fin de disminuir los grandes problemas de erosión que están sufriendo nuestros suelos. Los cultivos de cobertura invernales van a tener un rol preponderante en las rotaciones que se deben presentar.

Buscando contribuir a la generación de información sobre los cultivos de cobertura y su manejo, se realiza este trabajo con el objetivo de medir la fitotoxicidad que pueden provocar sobre el cultivo cobertura, en este caso avena, distintos herbicidas solos y en mezclas. Y a la hora de desecar dicho cultivo se aplican dos dosis diferentes de Panzer gold con el fin de medir el grado de susceptibilidad de la avena a las distintas dosis.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CULTIVO DE COBERTURA

En sistemas de producción que realizan un cultivo por año nos encontramos con tiempos de barbecho excesivamente largos. En este periodo aumenta la probabilidad de tener pérdidas de suelo y nutrientes debido a la erosión. La utilización de cultivos cobertura durante este periodo, normalmente improductivo, permite mantener el suelo cubierto, reciclar nutrientes y produce un nuevo ingreso de rastrojo y raíces al sistema (Ernst, 2004).

Los cultivos cobertura se definen como aquellos que crecen con el propósito de mantener el suelo cubierto, protegiéndolo de la erosión, evitando la pérdida de nutrientes por lavado y escurrimiento y, en caso de ser leguminosa, incorporando nitrógeno (N) al sistema. Se diferencian de una pastura porque no son de renta directa y crecen fuera de estación dentro de un sistema de siembra de cultivos anuales (Reeves y Touchton, 1993).

Según Siri y Ernst (2011) los cultivos de coberturas son una herramienta agronómica ideal porque cumple los roles de aportar carbono, crear cobertura vegetal que contribuye a la disminución de la erosión e incrementar el potencial de rendimiento de los cultivos renta de verano.

El nivel de erosión es determinante de la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios, al reducir el potencial productivo, por la propia pérdida de suelo. Por otra parte el suelo removido por la erosión genera una oxidación acelerada de la materia orgánica, así como del sedimento durante su transporte y deposición, incrementan en la atmósfera el CO<sub>2</sub>, contribuyendo al efecto invernadero (Lal, 2004).

Otra ventaja de los cultivos de cobertura, es lo referente al control de malezas que ejercen los mismos. Teasdale et al. (1993), estudiaron el efecto que ejerce el rastrojo en cuanto a la transmisión de la luz, temperatura y humedad del suelo. En dicho estudio encontraron que el rastrojo de los cultivos de cobertura puede disminuir el número de semillas germinadas a profundidades del suelo que están en el umbral de germinación. Una capa gruesa de rastrojo puede no solo inhibir la emergencia por reducir la luz a un nivel por debajo del punto de compensación, sino que también provee una barrera física para ser superada antes de que se agoten las reservas de la semilla. Este estudio también demuestra que la biomasa del cultivo de cobertura es el factor dominante en influenciar las condiciones del



microambiente bajo el rastrojo y que la especie del cultivo de cobertura tiene una influencia menor.

## 2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ESPECIES UTILIZADAS

### 2.2.1. Avena

Es una gramínea invernal de porte que varía de semiprostrado a erecto, con tres a cuatro macollos vegetativos, tallo hueco, hojas con vainas cerradas y lámina plana de 10 a 42 cm de longitud y de 5 a 22 mm de ancho. Su panoja es laxa o de ramas aproximadas al eje, con espiguillas colgantes por el peso de las flores o frutos. Las espiguillas son de 2 a 3 cm. de longitud y glumas persistentes en la panoja. El cariopse está recubierto con pelos de aproximadamente 9 mm de longitud, y comprimido dorsiventralmente (Rosengurtt et al., 1992).

A diferencia de los demás cereales forrajeros de invierno, la avena carece de aurículas y tiene una lígula membranosa, alargada, bien marcada y de gran tamaño (Parodi, 1958).

Las principales especies de avena utilizadas para producción de forraje y grano son *Avena sativa* L., *Avena byzantina* C. Koch., y *Avena strigosa* Schreb. (Rosengurtt et al., 1970). Dentro de los cereales forrajeros, la avena ocupa un lugar preponderante, por la extensión de la superficie sembrada y el panorama varietal que presenta (Carbajo 1998, Tomaso 2005).

Es un cereal de amplísima difusión para pastoreo, heno, ensilaje, grano y cultivo de cobertura. Esta especie acepta temperaturas variables según el cultivar. No tolera excesos de humedad. Crece en un rango muy alto de suelos excepto los muy arenosos o muy pobres. Requiere fertilidad promedialmente buena, Ph 5,2 – 5,0 (Carámbula, 2007).

La época óptima de siembra es de marzo a mediados de abril, dado las condiciones que generalmente se dan en este período para el crecimiento de las plántulas, si bien el período de siembra se puede extender desde febrero a mayo. Las avenas proveen altos volúmenes de forraje temprano, en cortes de mayo a junio, con rendimientos aproximados de 1100 y 1300 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca para las variedades 1095 a y Polaris, respectivamente (Huhn, 2000).

Los programas de mejoramiento de estas especies en Uruguay buscan la obtención de cultivares con alta producción de forraje otoño-invernal, muy

buena aptitud para el doble propósito pero que admitan un amplio rango de fechas de siembra (Rebuffo et al., 1996).

#### 2.1.1.1 *Avena strigosa*

Esta especie es conocida como avena negra, se liberó en el mercado en el año 1950 (Mesa y Eloa, 1996). Son materiales de ciclo muy corto, porte erecto, muy baja capacidad de macollaje y rebrote, hojas de color verde intenso y floración temprana. La principal característica es la elevada capacidad de aportar forraje en etapas tempranas pero con poca capacidad de rebrote, lo que impide el empleo de la avena negra como un cultivo doble propósito.

La *Avena strigosa* es de ciclo anual, otorga al verdeo una gran precocidad con registros elevados de producciones de forraje temprano (Carámbula, 2002).

Esta anual originaria de Europa del Norte puede llegar a alcanzar noventa centímetros de altura. Se vale de anemofilia para polinizar sus flores dotadas de unidades reproductivas hermafroditas (Pérez, 2012b).

Se desarrolla mejor en suelos con pH ácido, neutro o alcalino, pudiendo llegar a soportar terrenos pobres en nutrientes. Su parte subterránea crecerá con vigor en soportes con textura arenosa, franca, arcillosa o muy arcillosa, se pueden mantener generalmente secos o húmedos (Pérez, 2012b).

En cuanto a sus necesidades lumínicas, podemos aseverar que es muy exigente, sólo puede situarse en un lugar con exposición directa al sol para no repercutir negativamente en su crecimiento de forma normal. Con respecto a su dureza contra condiciones adversas podemos decir que puede soportar heladas.

### 2.3. EFECTOS PARTICULARES DE CULTIVO DE AVENA COMO CULTIVO COBERTURA

La avena como cultivo de cobertura se destaca por su alta producción de biomasa y alta relación carbono/nitrógeno, 17-20 en estado vegetativo, 41 a 50 en plena floración y superior a 70 en la cosecha. Por lo que el efecto cobertura, si se le permite llegar a floración, permanecería sobre el suelo por más tiempo que si se la controla en estado vegetativo (Floss, 2000).

En un experimento realizado por Derpsch, citado por Floss (2000), se comparó el efecto de la especie de cobertura sobre el rendimiento de soja. El mayor rendimiento se obtuvo después de la cobertura de avena (3090 kg/ha), siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos (trigo, centeno, vicia).

Otro de los efectos del cultivo previo, está referido al impacto sobre algunos microorganismos, en el caso de la soja sembrada después de avena es menos afectada por *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* y nematodos (Derpsch, citado por Floss, 2000).

Las gramíneas como cultivos de cobertura frente a las leguminosas, no son capaces de fijar nitrógeno, lo que puede representar una ventaja económica comparativa de las leguminosas. Cuando no se trata de leguminosas, la disponibilidad de N para el cultivo siguiente, es el resultado de reducir las pérdidas del nutriente que ocurren durante el periodo de barbecho (Ernst, 2004).

## 2.4. CONTROL DE MALEZAS

Desde el comienzo de la agricultura el control de malezas en los sistemas de producción agrícola ha sido una de las principales preocupaciones (González, 2008).

De la asociación maleza cultivo, surge la competencia como una forma de interferencia negativa, resultante de la captura de recursos limitados por un individuo a expensas de otros. La intensidad del proceso competitivo provoca perjuicios para ambos componentes de la asociación y es determinante en la pérdida de rendimiento (Fernández, 1996).

Fernández (1996), menciona que las mayores habilidades competitivas de las especies de malezas se asocian a características radiculares que les confieren ventajas (densidad y distribución, actividad y velocidad de crecimiento) y a los consumos elevados, inclusive lujuriosos, que realizan. En relación a las características del sistema radicular, la velocidad de desarrollo de éste resulta particularmente importante. La competencia por agua se inicia tan pronto como el sistema radicular de una planta invade el volumen de suelo ocupado por las raíces de otras. Por ello las diferencias en los respectivos crecimientos radiculares resultan trascendentes.

Es bien sabido que las malezas interfieren fuertemente con las plantas cultivables compitiendo por los nutrientes del suelo, agua y luz así como por efectos alelopáticos. Las malezas también dificultan los procesos de cosecha y aumentan los costos de tales operaciones. Además, al momento de la cosecha las semillas de las malezas pueden contaminar la producción obtenida (Fernández, 2011).

La respuesta de las malezas a una determinada dosis de herbicida depende de muchos factores. El primero y fundamental es el estado de desarrollo de las malezas en el momento de la aplicación, en general a menor desarrollo puede considerarse mayor susceptibilidad (García Torres, citado por Dall'Armellina et al., 1997).

Otro factor de mucha importancia en la respuesta de las malezas a un herbicida son las condiciones ambientales, tanto en el período previo como en el momento de aplicación, ya sea por afectar las condiciones de crecimiento de las malezas o por influir directamente en la efectividad del herbicida (Dall'Armellina et al., 1997).

## 2.5. CONSIDERACIONES SOBRE LOS HERBICIDAS UTILIZADOS

Se presenta una breve descripción de los herbicidas usados en las mezclas, agrupados por mecanismo de acción, destacando los principales síntomas que generan.

### 2.5.1. Hormonales o reguladores del crecimiento

Este grupo de herbicidas es utilizado para el control de las malezas de hoja ancha. Uno de los principales es el 2,4 D, el cual fue uno de los primeros herbicidas selectivos usados.

Se dividen en tres categorías, los fenoxi entre los que tenemos por ejemplo 2,4D, MCPA, los carboxílicos por ejemplo clorpiralid, picloram y benzoicos entre los cual tenemos el dicamba. Los primeros son los de menor residualidad en el suelo y actividad en la planta y los carboxílicos son los que tienen mayor residualidad en el suelo.

Los síntomas más comunes de estos son malformaciones en hoja y tallo. En las plantas de hojas anchas el tallo se retuerce, cae, mientras las hojas presentan forma de cuchara dado por el crecimiento irregular de los bordes. En

maíz aplicaciones en sobre dosis o en el momento equivocado provoca el enrollamiento de la hoja, malformación de la raíz, esterilidad de la flor y falta de granos en la mazorca (Baumann, 2008).

### 2.5.2. Inhibidores de pigmentos

Los herbicidas incluidos dentro de este grupo actúan en el pigmento, o sea la clorofila del tejido celular de las hojas. La clorofila es necesaria para el proceso de fotosíntesis, sin esta las plantas mueren. Estos herbicidas son comúnmente denominados “herbicidas blanqueadores” debido a que las hojas nuevas aparecen amarillas o blancas. Dentro de este grupo tenemos tres familias, los triazoles, isoxazoles y piridazinonas.

Estos herbicidas son absorbidos por las raíces y traslocados hasta el tejido de los brotes donde inhiben la producción de carotenoides, la cual es una sustancia que protege a la molécula de clorofila, la que le da el color verde a la planta. Sin los carotenoides la clorofila es destruida. Estos herbicidas no destruyen los carotenoides formados pero impide la formación de nuevos (Baumann, 2008).

La sintomatología de este grupo consiste en que las hojas afectadas quedan de color blanco, amarillo o incluso translucidas. También los brotes quedan de estos colores y a veces leves indicios de púrpura o rosado. Estos síntomas pueden ser encontrados en cotiledones hasta las hojas nuevas de las plantas susceptibles (Baumann, 2008).

### 2.5.3. Inhibidores de la síntesis de amino ácidos

Esta nueva categoría de herbicidas puede ser utilizada en dosis muy bajas, controlando tanto gramíneas como plantas de hoja ancha. Puede ser utilizado de forma foliar o puede ser absorbido por las raíces. No es tóxico para los mamíferos y para casi cualquier tipo de forma de vida no vegetal (Baumann, 2008).

Este tipo de herbicida se une a una enzima específica la cual no permite la síntesis de amino ácidos esenciales para la vida de la planta. La enzima a la cual se unen se conoce como ALS, por lo que a veces se los llama a estos herbicidas inhibidores de ALS.

Este grupo de herbicidas se divide en las siguientes familias, imizadolinona, sulfonilureas, triazoles y pirimidinotriobenzol. Dentro de los primeros encontramos por ejemplo el imazetapir. En los segundos están incluidos clorimuron, clorsulfuron, tribenuron, entre otros. Dentro de los triazoles tenemos el clorasulam metil y el diclosulam.

Los síntomas de estos cuando son aplicados de forma pre emergente no aparecen en la planta hasta que esta sale del suelo. Los síntomas en gramíneas incluyen retraso en el crecimiento, coloración púrpura en las hojas y una reducción en el desarrollo radicular. En las plantas de hojas anchas los síntomas son de coloración purpura en las vainas y hojas, amarillamiento en los tejidos de los brotes (Baumann, 2008).

## 2.6. SELECTIVIDAD DE HERBICIDAS

El término selectivo se utiliza para aquellos herbicidas o tratamientos herbicidas que seleccionan de alguna forma las especies vegetales sobre las que ejerce su acción (García Torres, s.f.).

Según Baumann (2008) la selectividad es el proceso por el cual un herbicida controla o mata ciertas plantas pero deja otras sin lesiones. La selectividad puede ser así de simple controlando las plantas de hojas anchas, pero no sucede así de simple con las plantas gramíneas. Muchos herbicidas nuevos, que tienen una selectividad más sofisticada, pueden diferenciar entre estos diferentes tipos de plantas.

Los herbicidas que no tienen selectividad, como el Roundup Ultra, son llamados no selectivos. Estos productos matan todo tipo de plantas. Usualmente, la selectividad depende del tiempo o del lugar donde se aplique el herbicida. Muchos herbicidas pueden ser dañinos o perjudiciales, incluso para plantas con tolerancia normal, si la dosis es muy alta (Baumann, 2008).

Tres son los principales mecanismos de selectividad que han sido comprobados como la principal explicación de tolerancia a herbicidas en cultivos: diferencias en la absorción y/o translocación, sensibilidad diferencial en el sitio de acción e inactivación metabólica (Brown, 1990).

La metabolización de herbicidas en las plantas constituye el más importante mecanismo de selectividad frente a herbicidas en malezas y cultivos. En general, cuando existe selectividad ocurre que el cultivo o la maleza tolerante, es capaz de detoxificar el herbicida lo suficientemente rápido como para evitar que el herbicida se acumule en niveles fitotóxicos en los tejidos. Más

precisamente, las moléculas herbicidas son removidas del sitio de acción por variados efectos como: conjugación, detoxificación, deposición y otros, más rápidamente de lo que son ingresadas al sitio de acción (Devine, 2001).

Cuando en una especie o en un cultivar de una especie no opera ningún mecanismo de selectividad al herbicida con el que se la trata, tiene lugar un proceso de fitotoxicidad que puede inhibir total o parcialmente el crecimiento (García Torres y Fernández-Quintanilla, 1991).

Hay que tener en cuenta que la aparición de síntomas de daño causados por un herbicida no significa que directamente ocurrirá una merma en el rendimiento. Reconocer los síntomas de daño en un cultivo permite identificar las causas del daño y posibilita prevenirlas en cultivos futuros. El tipo de daño depende de cómo actúa el herbicida en planta, de la localidad y de las condiciones estacionales (Mullen et al., 2002)

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

El presente estudio incluyó 2 experimentos, ambos evaluando las mismas alternativas herbicidas, en *Avena strigosa* y *Avena bizantina* respectivamente.

La etapa experimental transcurrió de mayo a diciembre del 2013 en área del Campo Experimental de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Casinonni”, en Paysandú – Uruguay (Latitud 32° 22' 34" S, 56° 03' 31" W).

Los suelos del área corresponden a la Unidad San Manuel, Formación Fray Bentos predominantemente Brunosoles Eutricos Típicos y Solonetz Melánicos según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay 1:1000000 (Altamirano et al., 1976).

#### 3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS EXPERIMENTOS

##### 3.2.1. Tratamientos químicos

Los tratamientos químicos se aplicaron utilizando una pulverizadora manual de 20 litros con un ancho operativo de 2 metros, con un caldo de 5 litros y una altura aproximada de 40 cm y agua des ionizada para no afectar los herbicidas.

Los tratamientos en número de 10 combinaron 9 tratamientos con herbicidas y 1 testigo sin aplicación, como se detalla a continuación:



Cuadro No. 1.Tratamientos

Tratamiento	Principio activo	Dosis (ia,ea) /ha
1	Clopyralid + MCPA	50 g + 280 g
2	Clopyralid + 2,4 D amina	52,5 g + 540 g
3	Fluroxypyr + MCPA	100 g + 400 g
4	Florasulam	20 g
5	Metsulfuron + 2,4D amina	7g + 360 g
6	Chlorsulfuron +2,4D amina	15g + 360 g
7	Picloram + 2,4D amina	0,12cc + 360 g
8	Boydal + 2,4D amina	0,15cc + 360 g
9	Tronador	13,4 g
10	Testigo	

t1=Clopyralid + MCPA; t2= Clopyralid + 2,4 D amina; t3=Fluroxypyr + MCPA; t4=Florasulam; t5=Metsulfuron + 2,4D amina; t6=Chlorsulfuron +2,4D amina; t7=Picloram + 2,4D amina; t8=Boydal + 2,4D amina; t9=Tronador; t10=Testigo

### 3.2.2. Metodología de instalación

El diseño experimental utilizado, en los 2 experimentos, fue de Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) con 3 repeticiones.

Los tratamientos y sus repeticiones tuvieron en el campo la disposición que se muestra en los croquis siguientes.

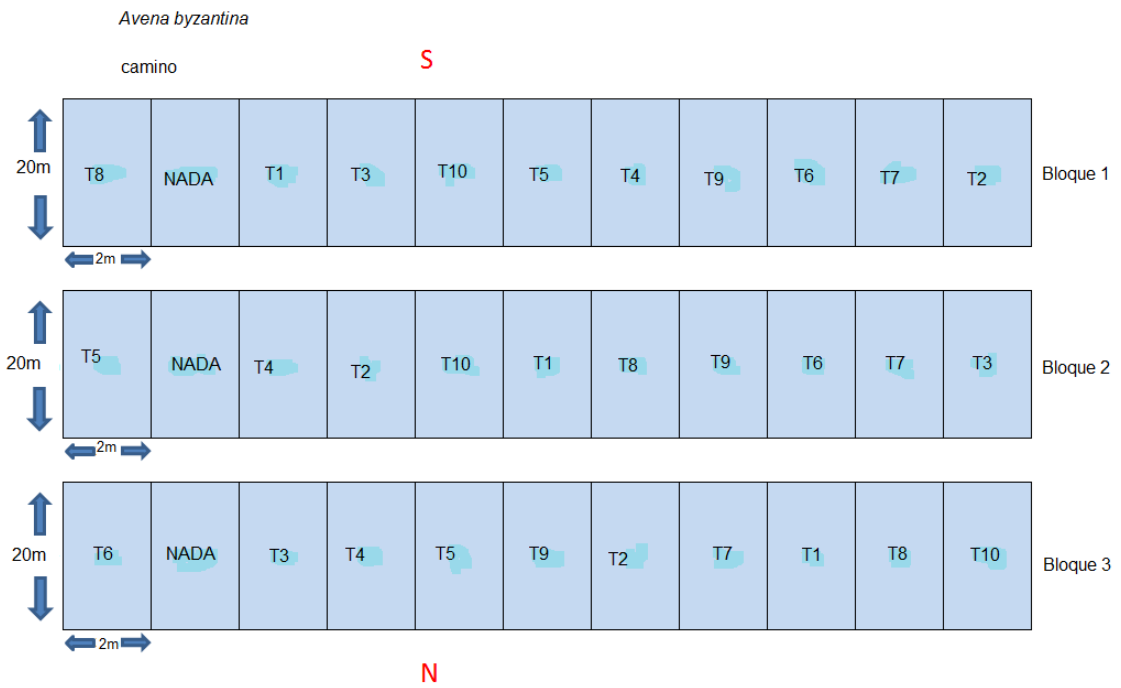


Figura 1. Croquis *Avena byzantina*

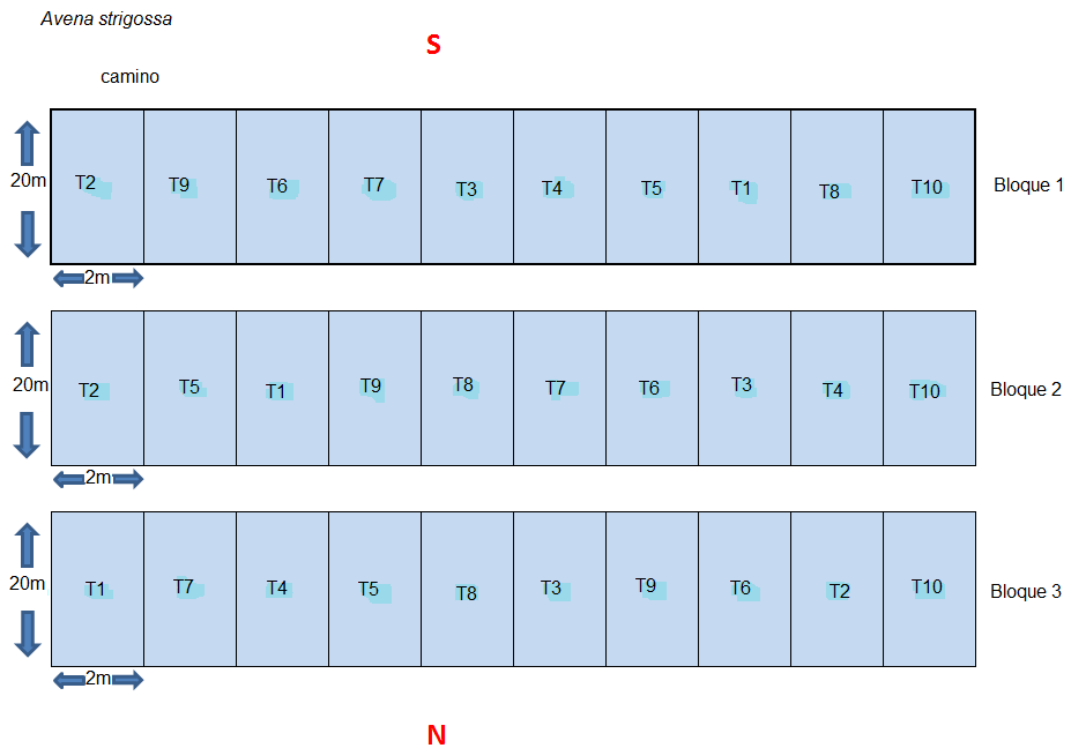


Figura 2. Croquis *Avena strigosa*

### 3.3. DETERMINACIONES

Previo a la aplicación de los tratamientos se estimó para los dos experimentos el porcentaje de cobertura de malezas total y diferenciada por especies utilizando un cuadrante metálico de 30 \* 30 cm al azar 3 veces en cada parcela.

Para la estimación de la Selectividad se realizaron dos estimaciones tal como se detalla a continuación:

- Nivel de daño, se estimó por apreciación visual de la sintomatología de daño utilizando una escala tal como se detalla a continuación. de 0 a 4 (0= testigo; 4 = muerte),
- Efectos en el crecimiento y desarrollo, para lo cual se realizó una estimación de altura a los 50 dpa expresada en cm y dos estimaciones de biomasa procediéndose al corte total de la biomasa aérea de *Avena strigosa* y *A.bizantina* respectivamente a los 14 y 40 dpa.

Estas determinaciones se realizaron en 3 veces de 0,5 m lineales por parcela. En el caso de la estimación de biomasa el total cortado se llevó a estufa de 60 grados por 48 horas y el resultado se expresó en gramos. En el cuadro a continuación se muestra un resumen de las determinaciones

Cuadro No. 2. Fechas de las determinaciones en ambos experimentos.

No. determinaciones	Evaluación inicial	Selectividad			Control malezas
		Obs. Visual	Corte M.S.	Medida altura	Obs. Visual
1	25/7/2013	0 dpa			
2	8/8/2013	14 dpa	14 dpa		
3	15/8/2013				21 dpa
4	2/10/2013	40 dpa	40 dpa		
5	12/10/2013	50 dpa		50 dpa	

### 3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 3.4.1. Diseño experimental y modelo estadístico

El diseño experimental propuesto para el experimento fue un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones.

Modelo estadístico:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

Siendo:  $Y_{ij}$  - es el valor del  $i$ -ésimo tratamiento, en el  $j$ -ésimo bloque.

$i$  – 1; 2; 3.... 10 tratamientos

$j$  – 1; 2; 3 bloques

$\mu$  – media poblacional

$T$  – efecto tratamiento ( $T_1$ ;  $T_2$ ;  $T_3$ ;....;  $T_{10}$ )

$\beta$ – efecto bloque ( $\beta_1$ ;  $\beta_2$ ;  $\beta_3$ )

$\epsilon_{ij}$  – error experimental dentro U.E.

#### 3.4.2. Procesamiento de la información

La información fue procesada utilizando el programa informático INFOSTAT. Se realizaron análisis de varianza (ANAVA) para todas las variables de interés y cuando se observó efecto significativo, las medias fueron analizadas a través de análisis de comparación múltiple (Tukey) al 5%.

Cuando se trató de variables evaluadas subjetivamente con escala, las medias originales se transformaron logarítmicamente antes del análisis de varianza.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta en primer término los registros de temperaturas y precipitaciones durante el periodo experimental, debido a la importancia que tienen estos aspectos climáticos sobre la selectividad de los herbicidas.

Las temperaturas en los días previos a la aplicación, tal como se observa en la Figura 2, estuvieron por debajo del promedio, sin embargo cabe destacar que los días siguientes a la aplicación se constataron temperaturas muy favorables para el crecimiento vegetal lo cual no debió afectar la dinámica del herbicida en planta así como la selectividad.

Como puede apreciarse en la Figura 3 la situación hídrica fue normal, observándose buenas condiciones para el crecimiento vegetal durante el periodo.

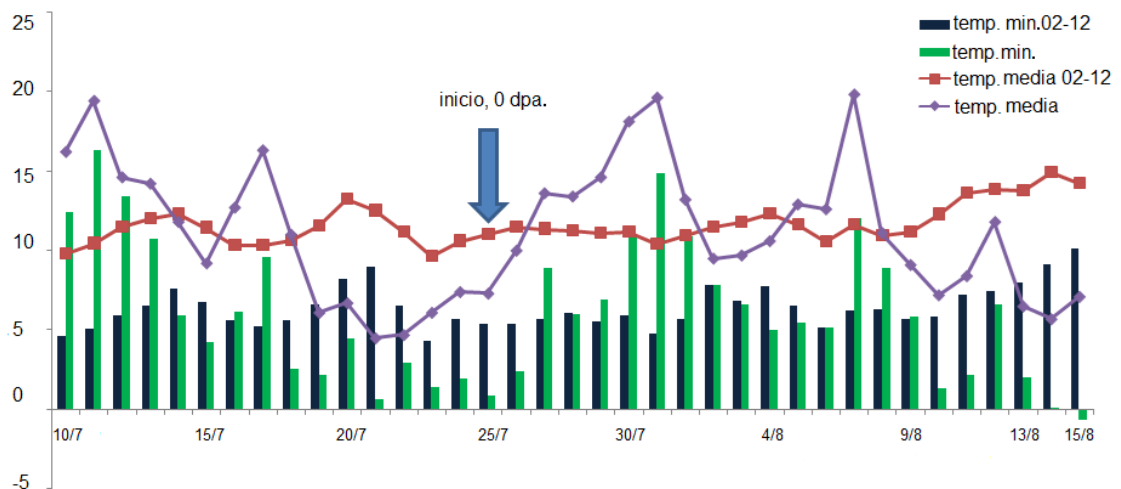


Figura 3. Temperatura mínima y temperatura promedio durante 15 días pre aplicación y 20 días post-aplicación, comparada con la temperatura (2002-2012) en igual periodo.

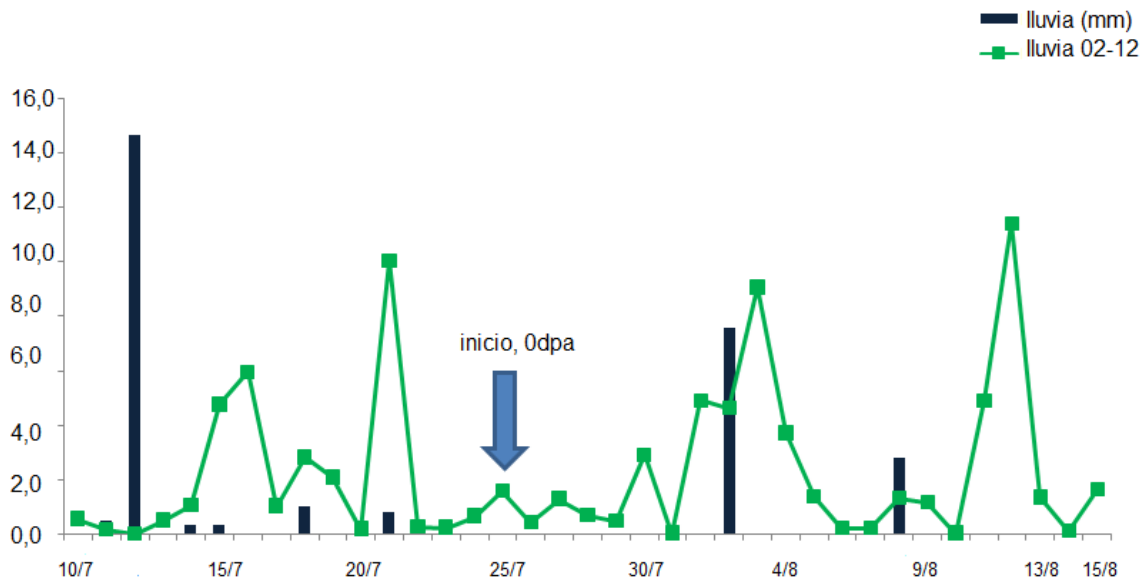
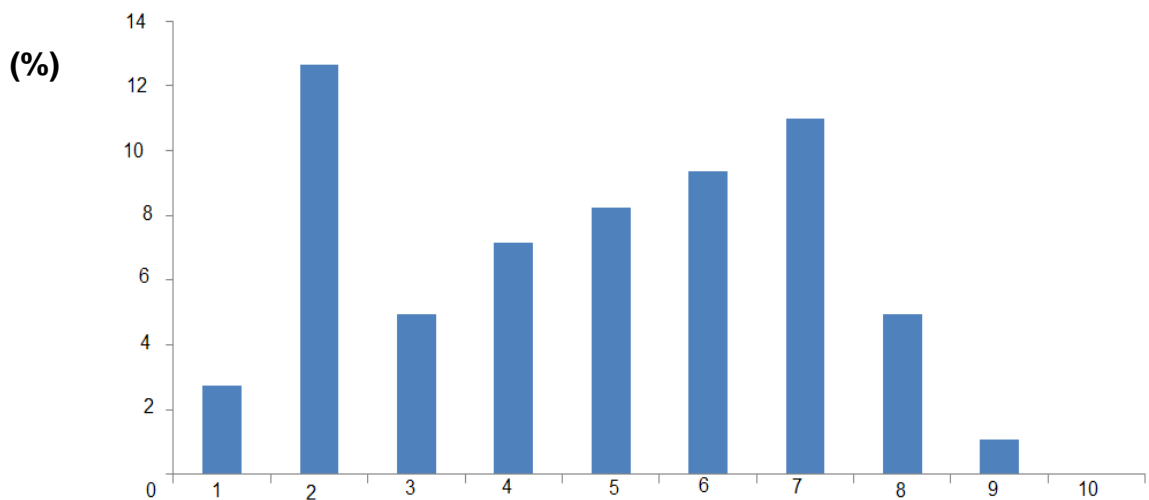


Figura 4. Precipitaciones durante 15 días pre-aplicación y 20 días post-aplicación, comparada con precipitaciones (2002-2012) en igual periodo.

#### 4.1. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS EN AVENA STRIGOSA

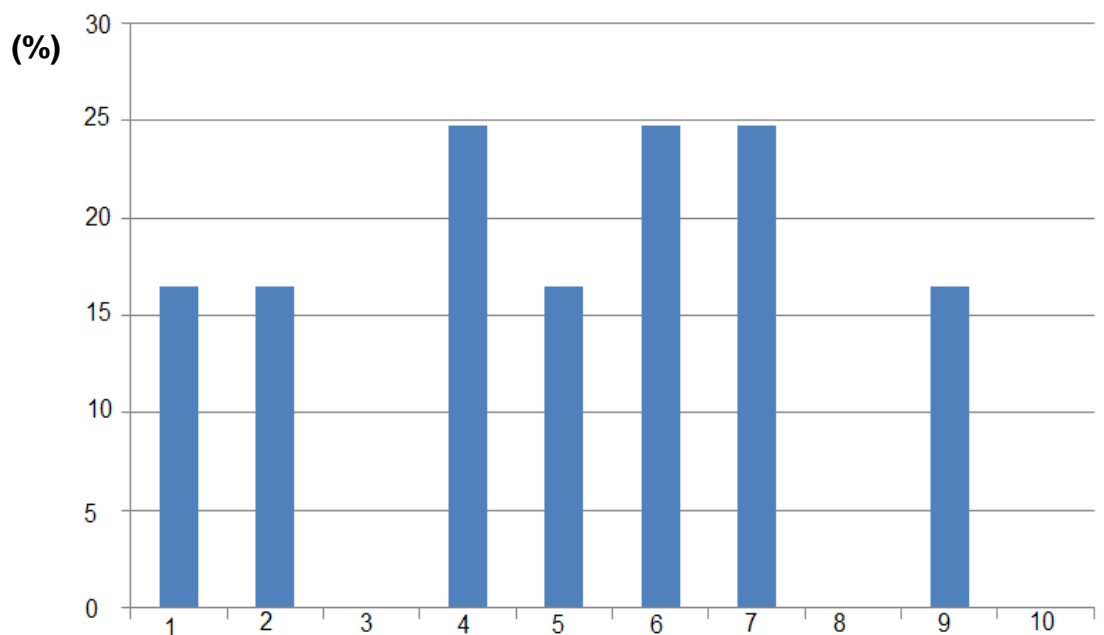
##### 4.1.1. Daño

El ANAVA para la estimación de daño realizadas a los 14 y 40 dpa detecto efecto de los tratamientos ( $p=0,01$  y  $p=0,002$  respectivamente). Sin embargo importa destacar tal como se puede apreciar en las Figuras 5 y 6 a continuación que los daños observados fueron de muy escasa magnitud.



t1=Clopyralid + MCPA; t2= Clopyralid + 2,4 D amina; t3=Fluroxypyr + MCPA; t4=Florasulam;  
 t5=Metsulfuron + 2,4D amina; t6=Chlorsulfuron +2,4D amina; t7=Picloram + 2,4D amina;  
 t8=Boydal + 2,4D amina; t9=Tronador; t10=Testigo

Figura 5. Daño en avena expresado en % estimado a los 14 dpa



t1=Clopyralid + MCPA; t2= Clopyralid + 2,4 D amina; t3=Fluroxypyr + MCPA; t4=Florasulam;  
 t5=Metsulfuron + 2,4D amina; t6=Chlorsulfuron +2,4D amina; t7=Picloram + 2,4D amina;  
 t8=Boydal + 2,4D amina; t9=Tronador; t10=Testigo

Figura 6. Daño en avena expresado en % estimado a los 40 dpa

De la observación de estos resultados surge además una tendencia a mayores expresiones de daño con el tiempo. El daño promedio a los 14 dpa fue de 7% y el estimado a los 40 dpa de 16%.

En la primera fecha de estimación el tratamiento 9 muestra mínimos daños resultando idéntico al testigo y sólo el tratamiento 2 muestra diferencias con el testigo.

Por el contrario a los 40 dpa los tratamientos con mayor daño y con diferencias con relación al testigo resultan los tratamientos 4, 7 y 6. Esto puede ser interpretado como el resultado de efectos de recuperación en el caso de algunos tratamientos, concretamente el caso del tratamiento 2 así como también debido a diferencias en la velocidad de la expresión de sintomatologías.

Los tratamientos 4 y 6 e inclusive considerando el comportamiento del tratamiento 9 incluyen herbicidas del tipo de inhibidores de la síntesis de aminoácidos, que se destacan por la lentitud en la aparición de las sintomatologías.

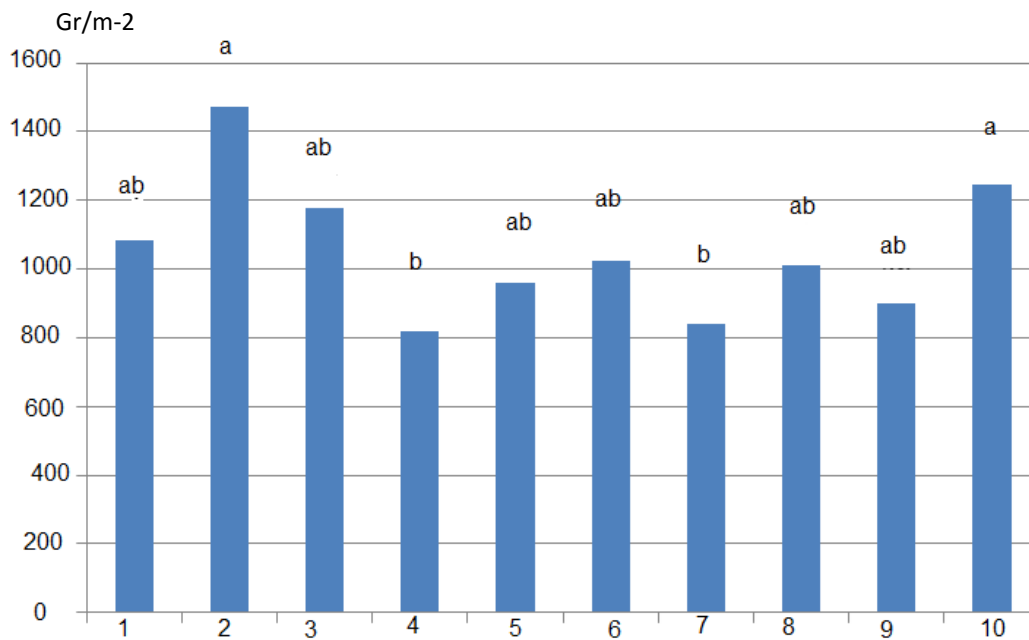
A diferencia de estos, el tratamiento 7 mezcla de dos hormonales, muestra consistencia en las dos evaluaciones encontrándose entre los de mayor expresión de daño y parece no mostrar el mismo grado de recuperación que mostró el tratamiento 2.

#### 4.1.2. Producción de materia seca

También a nivel de la producción de materia seca el ANAVA detectó efecto significativo de los tratamientos tanto a los 14 como a los 40 dpa.

En la primera determinación realizada el 8/8/13 los mayores pesos se observaron en el tratamiento 10 (Testigo) y el tratamiento 2 (Clopyralid + 2,4 D amina), los que resultaron significativamente superiores a los tratamientos 4 (Florasulam) y al 7 (Picloram + 2,4D amina). Estos tratamientos tuvieron una producción de materia seca 25% menor al testigo. Los restantes tratamientos mostraron un comportamiento intermedio sin diferenciarse del testigo ni de los tratamientos de peor comportamiento, T4 y T7 (Figuras 6 y 7).





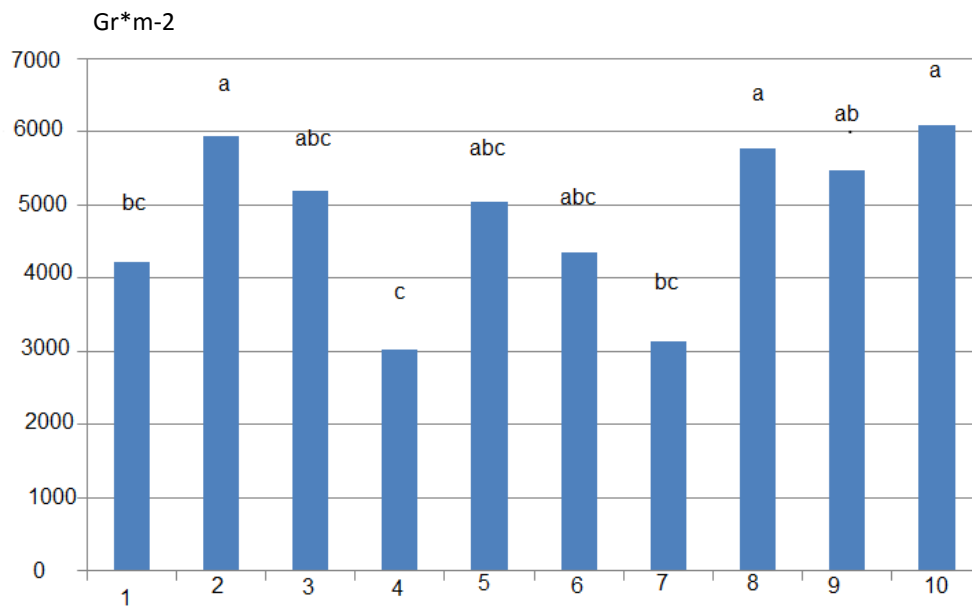
t1=Clopyralid + MCPA; t2= Clopyralid + 2,4 D amina; t3=Fluroxypyr + MCPA; t4=Florasulam; t5=Metsulfuron + 2,4D amina; t6=Chlorsulfuron +2,4D amina; t7=Picloram + 2,4D amina; t8=Boydal + 2,4D amina; t9=Tronador; t10=Testigo

Medias con igual letra no difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

Figura No. 7. MS (gr/m<sup>2</sup>) a los 14 dpa para los distintos tratamientos y el testigo.

Si se analizan estos resultados conjuntamente con los obtenidos en la estimación de daño en la misma fecha puede observarse que no existe concordancia total exceptuando el comportamiento del testigo. Considerando la información revisada en la bibliografía, podría pensarse que esto puede ocurrir y que la determinación de materia seca es mejor estimación de los efectos de selectividad que la expresión del daño en etapas tempranas. Este puede ser el caso del herbicida Florasulam para el que aun no habiéndose detectado efectos en la sintomatología de daño tuvo menores producciones de materia seca que el testigo.

En la siguiente evaluación, a los 40 dpa, el 2/10/13 y tal como puede observar en la Figura 6 también se encontraron diferencias entre tratamientos e inclusive podría destacarse una mayor variabilidad para la estimación en esta fecha.



t1=Clopyralid + MCPA; t2= Clopyralid + 2,4 D amina; t3=Fluroxypyr + MCPA; t4=Florasulam;  
 t5=Metsulfuron + 2,4D amina; t6=Chlorsulfuron +2,4D amina; t7=Picloram + 2,4D amina;  
 t8=Boydal + 2,4D amina; t9=Tronador; t10=Testigo

Medias con igual letra no difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

Figura No. 8. MS (gr/m<sup>2</sup>) a los 40 dpa para los distintos tratamientos y el testigo.

Si bien podríamos considerar que los tratamientos muestran las mismas tendencias comparativas en esta fecha, Florasulam que fue el tratamiento con la menor producción resulto con un total de materia seca de solo el 67% de lo alcanzado por el testigo mostrando así mayor diferencia de la que se encontrara a los 14 dpa.

El tratamiento Picloram + 2,4 D amina se muestra comparativamente mejor que Florasulam del que no se diferenciaba en la primera fecha, y en esta fecha muestra un comportamiento intermedio entre Florasulam y otros tratamientos. Esto podría interpretarse como una recuperación de este tratamiento.

Por otra parte el tratamiento Clopyralid + MCPA antes era igual al testigo y ahora se diferencia. El tratamiento con Boydal + 2,4 D amina antes era

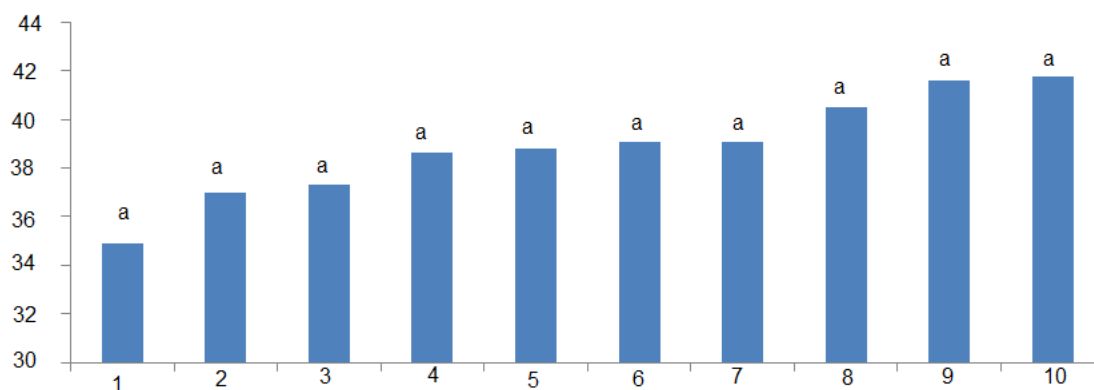
diferente al testigo y a los 40 dpa muestra gran recuperación, no diferenciándose del testigo teniendo una recuperación total.

En el caso de esta estimación de materia seca se observan mayores concordancias con las observaciones de daño tal como sería lo esperable. Los tratamientos que mostraron los mayores niveles de daño así como consistencia entre las dos observaciones, fueron el T4 y T7 (Florasulam; Picloram + 2,4D amina), los mismos que tuvieron los mayores efectos a nivel de la materia seca.

En consideración de la combinación de los resultados podría afirmarse que existen diferencias en selectividad entre los tratamientos estudiados. Teniendo en cuenta que el enmalezamiento presente en el experimento era muy bajo y homogéneo, de entre un 5 y un 10% de cobertura al momento de la aplicación, los resultados de producción de materia seca a los 40 dpa resultarían los mejores indicadores de las diferencias de selectividad entre los tratamientos.

#### 4.1.3. Altura de planta

El análisis de varianza para la evaluación de altura de planta (cm) estimada 10 días después de la última evaluación de materia seca no detectó efecto de tratamientos resultando todos similares al testigo sin aplicación (Figura 9).



t1=Clopyralid + MCPA; t2= Clopyralid + 2,4 D amina; t3=Fluroxypir + 2,4 D amina; t4=Florasulam;  
 t5=Metsulfuron + 2,4D amina; t6=Chlorsulfuron +2,4D amina; t7=Fluroxypir + 2,4D amina;  
 t8=Boydal + 2,4D amina; t9=Tronador; t10=Testigo

Medias con igual letra no difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

Figura No. 9. Altura de planta (cm) a los 50 dpa par los distintos tratamientos y el testigo

Considerando el bajo coeficiente de variación (5,49%) de esta variable así como también la mínima variación obtenida entre los promedios de tratamientos, podría considerarse que los efectos observados anteriormente se atenuaron, y hubo recuperación de los tratamientos o que esta variable no muestra la misma sensibilidad en la determinación de la selectividad que la que mostrara la materia seca o las observación de daño.

## 5. CONCLUSIONES

Como consideraciones finales cabe destacar que si bien se detectaron efectos de selectividad diferencial en los tratamientos estudiados, debe tenerse presente que en los días alrededor de la aplicación no existieron condiciones climáticas que pudieran haber favorecido pérdidas de selectividad. Por el contrario fue un periodo de muy buenas condiciones para el crecimiento vegetal. Tal como aparece reiteradamente en la bibliografía en relación al tema es frecuente que los herbicidas presenten selectividad marginal y se expresen intolerancias en condiciones de crecimiento desacelerado y estreses de diferentes tipos.

Los efectos de daño y reducción del nivel de crecimiento fueron de escasa magnitud constatándose las mayores intolerancias en los casos de herbicida Florasulam, Picloram + 2,4D amina. La producción de materia seca resulto mejor indicador de las diferencias de selectividad en los tratamientos que las estimaciones de daño y altura.

A la luz de los presentes resultados y considerando los comentarios realizados recientemente se piensa que sería de interés profundizar estudios en este tema particularmente de Florasulam.

## 6. RESUMEN

El experimento se realizó en un área del Campo de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” de la Facultad de Agronomía, en el departamento de Paysandú, Uruguay, durante el período de julio 2013 a setiembre 2013. Los objetivos del presente estudio fueron evaluar la selectividad de nueve tratamientos herbicidas en *Avena bizantina* y *Avena strigosa*. El diseño experimental propuesto para el experimento fue un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones. La selectividad se cuantificó mediante estimaciones subjetivas por observación visual utilizando una escala de 0 a 4 (0= sin efecto; 4 = muerte), por Materia Seca (grs.) donde se realizaron 3 cortes de 1 metro lineal por parcela y por medición de la altura. Se realizaron 4 determinaciones en el experimento, al momento de la aplicación (25/07) se registró el porcentaje de cobertura de las malezas y las especies de malezas presentes, los niveles de cobertura en los distintos tratamientos fueron de muy escasa significancia, siendo las principales especies presentes rábano y biznaga. En las evaluaciones de daño a los 14 dpa el tratamiento 2 (Clopyralid + 2,4 D amina) fue el único que demuestra diferencias significativas con el testigo. En la misma fecha pero para la evaluación de materia seca nuevamente se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, los mayores pesos se observaron en el tratamiento 10 (Testigo) y el 2 (Clopyralid + 2,4 D amina), los que resultaron significativamente superiores a los tratamientos 4 (Florasulam) y al 7 (Picloram + 2,4D amina). La siguiente evaluación realizada de daño a los 40 dpa presentó diferencias significativas, los tratamientos con mayor daño y con diferencias respecto al testigo son el 4 (Florasulam), 6 (clorsulfurón +2,4 D amina) y 7 (Picloram + 2,4D amina), esto puede ser interpretado como un efecto de recuperación en el caso de algunos tratamientos, concretamente el caso del tratamiento 2 así como también debido a diferencias en la velocidad de expresión de las sintomatologías. En la evaluación de producción de materia seca a los 40 dpa una vez más se encontraron diferencias significativas, el tratamiento 4 (Florasulam) fue el de menor producción de materia seca representando solo el 67% de lo alcanzado por el testigo. . El tratamiento 8 (Boydal + 2,4 D amina) antes era diferente al testigo y en esta fecha muestra gran recuperación, no diferenciándose del testigo teniendo una recuperación total. Los tratamientos que mostraron mayores niveles de daño así como consistencia entre las dos observaciones, fueron el tratamiento 4 (Florasulam) y el tratamiento 7 (Picloram + 2,4D amina), los mismos que tuvieron mayores efectos a nivel de materia seca. En cuanto a la medición de altura de planta, no presentó diferencias significativas entre tratamientos.

Palabras clave: *Avena strigosa*; *Avena bizantina*; Selectividad; Cultivos cobertura; Clopyralid; MCPA; 2,4 D amina; Fluroxipir; Florasulam; Metsulfurón; Clorsulfurón; Tordon; Boydal; Tronador.

## 7. SUMMARY

The experiment of this investigation took place on a field area, in the experimental station 'Dr. Mario A. Cassinoni' at the Agronomy Faculty, province of Paysandú, Uruguay, during the period from July to September 2013. The objectives of this study were evaluating the selectivity of nine herbicides treatments on *Avena byzantina* and 'strigosa' Oats. The experimental design proposed for this experiment was a kind of random complete blocks design (RCBD) with three repetitions. The selectivity was quantified by subjective estimations, by visual observation, using a 0-4 scale (being 0= ineffective; 4= death) By Dry Matter (grs.) where 3 cuts of 1 linear meter per plot and per height measurement. Four determinations were done in this experiment, at the application moment (07/25) the weed covering percentage and its species that were present, were registered. The range levels of the different treatments were not significant, being radish and 'biznaga' the main species present. During the damage evaluations to the 14DPA, the treatment 2 (Clopyralid+ 2.4 D amine) was the only one that showed relevant differences from the witness. On the same date but for the Dry Matter evaluation, once again relevant differences were found between treatments. The biggest weights were found in treatment number 10 (witness) and number 2 (Clopyralid + 2.4 D amine), and they turned out significantly superiors than treatments 4 (Florasulam) and 7 (Picloram + 2.4 D amine). The following damage evaluation that was done at 40DPA, presented significant differences, the treatments with most damage and with differences from the witness were 4 (Florasulam), 6 (clorsulfuron + 2.4 D amine) and 7 (Picloram + 2.4 D amine). This can be interpreted as recuperation effect in the case of some treatments, in particular in the case of treatment 2, and as well as due to the differences of the speed of symptomatology expression. On the dry matter production evaluation at 40DPA, there were found significant differences, treatment 4 (Florasulam) was the one with less dry matter production; it represented just the 67% of what the witness got. Treatment 8 (Boydal + 2.4 D amine) that before was different from the witness, on this date showed a big recovery, without differences between it and the witness, having a complete recovery. The treatments that showed higher damage levels and consistence as well, between both observations, were treatment 4 (Florasulam) and treatment 7 (Picloram + 2.4D amine), the same that had the higher effects when came to dry matter. Referring to the plant height measure, it didn't show significant differences between treatments.



Key words: Strigosa oats; Byzantine oats; Selectivity; Covering Crops; Clopyealid; MCPA; 2.4D amine; Fluroxipir; Florasulam; Metsulfurón; Clorsulfurón; Tordon; Boydal; Tronador.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Baumann, P. A.; Dotray, P. A.; Prostko, E. P. 2008. Herbicide mode of action and injury symptomology. Texas, USA, The Texas A&M University Service. Texas Agriculture Extension Service. Collage Station. 10 p.
2. Brown, H. M. 1990. Mode of action, crop selectivity, and soil relations of the sulfonylurea herbicides. *Pesticide Science*. 29: 263-281.
3. Carámbula, M. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. 357 p.
4. \_\_\_\_\_. 2007. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para la producción de forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t 1. 357 p.
5. Carbajo, H. 1998. Avena: su evolución, estado actual y perspectiva. *Revista Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*. no. 23:19-38.
6. Dall'Armeline, A.; Bezic, C.; Gajardo, A. 1997. Control de malezas en el cultivo de ajo mediante el uso reducido de herbicidas. *In: Burba, J. L. ed. Cincuenta temas sobre producción de ajo. Mendoza, AR, INTA. v. 3, s.p.*
7. Ernst, O. 2004. Leguminosas como cultivos de cobertura. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*. no. 21: 1-10.
8. Fernández, G. M. 1996. Dinámica del enmalezamiento en siembra directa. *In: Curso de actualización Técnica en Malezas (2º., 1996, Minas). Relaciones competitivas y dinámica del enmalezamiento en trigo y cebada bajo distintas tecnologías químicas. Colonia, INIA. pp. 69-76.*
9. \_\_\_\_\_. 2011. Estrategias de manejo para la problemática actual de malezas en Uruguay. *In: Simposio Nacional de Agricultura (2º., 2011, Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados. Paysandú, Facultad de Agronomía. s.p.*

10. Floss, E. L. 2000. Beneficios da biomasa de aveia ao sistema de sementeira directa. *Revista Plantio Direto*. 57: 25-29.
11. García Torres, L. s.f. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Selectividad de herbicidas. s.n.t. cap. IX, s.p.
12. \_\_\_\_\_.; Fernández-Quintanilla, C. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación/Mundi-Prensa. 348 p.
13. González, J. L. 2008. Control de malezas modelos. In: Enciclopedia de ecología. Córdoba, Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC). pp. 3776-3780.
14. Huhn, M. R. 2000. Response of small grain varieties to simulated differential grazing intensities. Degree of Bachelor of Science. Minnesota, USA. University of Minnesota. s.p.
15. Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*. 123:1-22.
16. Mesa, J.; Elola, U. 1996. Estudio comparativo de implantación de diferentes verdeos asociados a una mezcla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 108 p.
17. Mullen, C.; Dellow, J.; Francis, J.; Tonkin, C. 2002. Weed control in winter crops 2002. Sydney, NSW Agriculture. 76 p.
18. Parodi, L. R. 1958. Gramíneas bonaerenses; claves para la determinación de los géneros y enumeración de las especies. 5a. ed. Buenos Aires, Acme Agency. 142 p.
19. Pérez, M. 2012a. *Avena byzantina*. (en línea). s.l., Jardinesybotanica.com. s.p. Consultado 2 feb. 2014. Disponible en <http://www.botanicayjardines.com/avena-strigosa/>
20. \_\_\_\_\_ 2012b. *Avena strigosa*. (en línea). s.l., Jardinesybotanica.com. s.p. Consultado 2 feb. 2014. Disponible en <http://www.botanicayjardines.com/avena-byzantina/>
21. Rebuffo, M.; Pereyra, S.; Altier, N.; Díaz, M. 1996. Mejoramiento genético de avenas forrajeras. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Moron, A.

eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 141-143 (Serie Técnica no. 80).

22. Reeves, D. W.; Touchton, J. T. 1993. Cover crops and rotations. Washington, D.C., United States Department of Agriculture. s.p.
23. Rosengurtt, B.; Arrillaga De Maffei, B.; Izaguirre De Artucio, P. 1970. Gramíneas uruguayas. Montevideo, Universidad de la República Departamento de Publicaciones. 490 p. (Colección Ciencias no. 5).
24. \_\_\_\_\_; Del Puerto, O.; Arrillaga de Maffei, B.; Lombardo, A. 1992. Gramíneas. Montevideo, Facultad de Agronomía. 158 p.
25. Siri Prieto, G.; Ernst, O. 2011. Raigrás como cultivo de cobertura. Cangüé. no. 31: 18-27.
26. Teasdale, J. R.; Mohler, C. L. 1993. Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. Agronomy Journal. 85: 673-680.