

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
RESIDUALIDAD DE HALOXIFOP-METIL Y CLETHODIM APLICADOS
EN BARBECHO EN CULTIVO DE TRIGO

por

Javier PEÑAGARICANO UGARTE
Juan Andrés NIN IEWDIUKOW

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 Fernández

Ing. Agr. Lorena Scaglia

Lic. Luciano Dabalá

Fecha: 30 de noviembre de 2015

Autor: -----
Javier Peñagaricano Ugarte

Juan Andrés Nin Iewdiukow

AGRADECIMIENTOS

A Grisel Fernández y Lorena Scaglia por su compromiso y dedicación.

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. MANEJO DE MALEZAS EN BARBECHOS DE INVIERNO.....	2
2.2. HERBICIDAS GRAMINICIDAS SELECTIVOS DE POSTEMERGENCIA.....	3
2.3. CLETHODIM.....	4
2.4. HALOXIFOP-METIL.....	6
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	8
3.1. INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	8
3.2. TRATAMIENTOS.....	8
3.2.1. <u>Descripción de los tratamientos</u>	9
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	9
3.4. METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN.....	10
3.5. DETERMINACIONES.....	10
3.5.1. <u>Determinaciones en Z2.0 y Z3.0</u>	10
3.5.1.1. Población.....	10
3.5.1.2. Evaluaciones en planta.....	10
3.5.1.3. Biomasa.....	10
3.5.2. <u>Determinaciones a cosecha</u>	10
3.5.2.1. Número de espigas.....	10
3.5.2.2. Peso de granos del área cosechada.....	11
3.5.2.3. Peso de 1000 granos.....	11
3.6. CROQUIS DEL EXPERIMENTO.....	11
3.7. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	12
3.8. CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE EL EXPERIMENTO	13
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	14
4.1. DETERMINACIONES EN DESARROLLO Y CRECIMIENTO...	14
4.2. DETERMINACIONES DE RENDIMIENTO FINAL Y COMPONENTES.....	15

4.2.1. <u>Algunas consideraciones sobre los resultados</u>	18
5. <u>CONCLUSIONES</u>	21
6. <u>RESUMEN</u>	22
7. <u>SUMMARY</u>	23
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	24

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Descripción de los tratamientos.....	9
Figura No.	
1. Croquis del experimento.....	11
2. Temperatura y precipitaciones del periodo según mes.....	13
3. Altura de las plantas de trigo (cm) estimada en Zadocks 3.0 en los 5 tratamientos para la fecha de aplicación el día de la siembra (F5).....	14
4. Biomasa de trigo (peso fresco en gramos) en Zadocks 3.0 en los 5 tratamientos para la fecha de aplicación el día de la siembra (F5).....	15
5. Número de espigas por m ² según tratamiento para las 5 fechas De aplicación.....	16
6. Rendimiento en grano (kg) de los 5 tratamientos para la fecha 4 (F4) de aplicación.....	17
7. Rendimiento en grano (kg) de los 5 tratamientos para la fecha 5 (F5) de aplicación.....	17
8. Plantas de los 5 tratamientos en fase Zadocks 2.2 correspondientes a la fecha de aplicación 5 (F5) el día de la siembra.....	18
9. Fotografía tomada al momento de la primera medición en Z 2.2, con fecha 25/07/2014.....	19
10. Plantas de los 5 tratamientos en fase Zadocks 2.2 correspondientes	

a la fecha de aplicación 4(F4), 12 dias pre siembra..... 19

1. INTRODUCCIÓN

En la última década la agricultura en Uruguay ha evolucionado hacia sistemas de producción donde se ha generalizado la siembra directa en esquemas de agricultura continua, lo que implica necesariamente el uso de herbicidas eficaces en el control de malezas que permitan preparar una buena cama de siembra para el cultivo a implantar.

Dentro de este paquete tecnológico, se generalizó el uso de glifosato, lo cual sumado a la masiva adopción de cultivos transgénicos llevó a un fuerte incremento del número de aplicaciones del mismo principio activo, aumentando sensiblemente la presión de selección sobre las malezas. Esta situación ha llevado a la generación de tolerancias y resistencias por parte de algunas especies de malezas, como lo ocurrido con *Conyza sp.* y *Lolium multiflorum*, las cuales han sido de gran incidencia en los últimos años.

Otro problema que ha cobrado relevancia es el maíz espontáneo de tipo RR (resistente a glifosato) que se constituye en una maleza de difícil control en las rotaciones que incluyen este cultivo. Esta situación presenta la problemática que para su control es necesario acudir a herbicidas con mecanismos de acción distintos al glifosato para controlar las plantas nacidas del grano que es volcado en la chacra.

Esto, así como también la creciente frecuencia de raigrás RR en barbechos para cultivos invernales han llevado a la utilización de herbicidas graminicidas en el barbecho. Estos herbicidas, conocidos como graminicidas selectivos de post emergencia (GSPE), fueron desarrollados para su utilización selectiva en cultivos de hoja ancha, y como tales registrados en varios países, y solo muy recientemente se han iniciado estudios concernientes a su desempeño en barbechos. En los pocos estudios hasta ahora realizados, se ha comprobado que estos herbicidas presentan efectos de residualidad variable en cultivos gramíneos siguientes (Espinoza Neira y Rodríguez Lara 2011, Karam et al. 2012).

El presente estudio tuvo por objetivos contribuir a la generación de información en el tema planteado y en particular pretendió determinar los efectos residuales de aplicaciones de clethodim y haloxifop-metil aplicados 81, 55, 33, 12 y 0 días antes de la siembra del cultivo de trigo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MANEJO DE MALEZAS EN BARBECHOS DE INVIERNO

La interferencia de malezas es uno de los factores que puede provocar mayores mermas en la producción de un cultivo, pudiendo ocasionar reducciones hasta del 90% del rendimiento (Blanco et al., citados por Gabrielli et al., 2012).

Por esta razón el cultivo mediante siembra directa requiere del uso de herbicidas eficaces en el control de malezas que permitan preparar una buena cama de siembra libre de malezas perjudiciales para el cultivo a implantar.

Con este fin se ha generalizado el uso de glifosato, herbicida de amplio espectro inhibidor de la enzima EPSP, el cual ha sido muy eficaz hasta que algunas especies comienzan a escapar a su control, sea por resistencia adquirida (en el caso de malezas) o bien por eventos transgénicos, como es el caso de algunos cultivos. En la actualidad los principales problemas a resolver en los barbechos de invierno se deben a la presencia de maíz RR guacho y la creciente presencia de raigrás (*Lolium multiflorum*) resistente a glifosato.¹

En este sentido, Nandula et al. (2007) estudiaron la susceptibilidad a glifosato, clethodim y diclofop de algunas poblaciones de *Lolium multiflorum* en Mississippi (EUA), encontrando que efectivamente las poblaciones estudiadas habían desarrollado tolerancia a glifosato y diclofop, pero no así a clethodim.

El cultivo de maíz transgénico RR resistente a glifosato es ampliamente utilizado en el Uruguay, presentando la problemática que luego de la cosecha se debe acudir a otro tipo de herbicidas para desecar las plantas que nacen del grano que es volcado en la chacra. Esta acción es de singular importancia previo a cultivos de cereales de invierno, ya que para controlar la población de maíz espontáneo se deben utilizar graminicidas que no perjudiquen al cultivo con su residualidad.

En el caso de raigrás el problema es aún mayor ya que al ser esta especie una gramínea de crecimiento invernal de gran capacidad de

¹ Fernández, G. 2013. Com. personal.

competencia, los daños potenciales a los cultivos de invierno son considerablemente más importantes.

Como demostraron Vigna et al. (2009) en su trabajo en el suroeste de Buenos Aires, Argentina, los gramínicos GSPE pueden ser herramientas efectivas para el control de esta maleza resistente a glifosato en barbechos invernales. Sin embargo, y a diferencia de glifosato, estos herbicidas presentan la problemática de ser potencialmente dañinos para el cultivo si su residualidad se extiende más allá de la siembra. En este aspecto es escasa la disponibilidad de información confiable ya que las moléculas no fueron inicialmente desarrolladas para su utilización en pre siembra de cultivos cerealeros.²

2.2. HERBICIDAS GRAMINICIDAS SELECTIVOS DE POST EMERGENCIA (GSPE)

Se compone de los grupos químicos ariloxifenoxipropionatos y de las ciclohexanodiononas, comúnmente denominados FOPs, DIMs y DEMs. Son herbicidas selectivos utilizados en post emergencia para el control de gramíneas anuales y perennes en cultivos de dicotiledóneas y en algunos cultivos cerealeros (Zimdhal et al., 2007).

Según Kogan y Pérez (2003) estos grupos de herbicidas, conocidos como “FOPS” y “DIMS”, son herbicidas inhibidores de la síntesis de lípidos. Son absorbidos vía foliar y transportados vía floema a las zonas meristemáticas donde ejercen su acción inhibiendo la síntesis de lípidos y ácidos grasos.

Los mismos autores indican también que la cantidad de herbicida que es transportada es muy baja con relación a la cantidad absorbida, y que a pesar de ser químicamente diferentes presentan el mismo modo general de acción, incluyendo el mecanismo de acción, el cual describen desde el punto de vista bioquímico, transcripto a continuación.

“La enzima inhibida por la acción de estos herbicidas es la Acetil coenzima A carboxilasa (ACCase), la cual cataliza la primera reacción en la biosíntesis de los ácidos grasos, que lleva a la formación de malonil CoA a partir de acetil CoA (2C) y CO₂. La enzima ACCase es de alto peso molecular, multifuncional, y su inhibición se debe a que estos herbicidas compiten por su sitio de acción, siendo dicha inhibición irreversible, rápida y dependiente de la concentración del herbicida. No obstante las especies

² Fernández, G. 2015. Com. personal.

dicotiledóneas presentan una enzima ACCasa cloroplástica, que es insensible a estos herbicidas, lo que explicaría la tolerancia de esas especies y no la de las gramíneas. Por otra parte, no se ha encontrado que existan diferencias en cuanto a la absorción, transporte y metabolismo de los GSPE en especies gramíneas y dicotiledóneas. Así, la tolerancia que presentan las especies cultivadas, en las que se usan para el control de las malezas gramíneas se debe solo a la insensibilidad de la enzima ACCasa que ellos poseen.” (Kogan y Pérez, 2003).

Los autores también sostienen que los síntomas de daño causados por estos herbicidas no se evidencian hasta una o dos semanas después de la aplicación, aunque las plantas cesan su crecimiento poco después de la misma (Kogan y Pérez, 2003).

2.3. CLETHODIM

Según Falb et al., citados por Sevilla et al. (2013) clethodim es un herbicida cuya concentración en solución acuosa es dependiente del pH. Es así que a pH neutro el clethodim no presenta degradación, mientras que disminuyendo el pH de la solución a 6 y 5 la concentración de herbicida disminuye un 8% y 37% respectivamente luego de 20 horas.

Estos autores también determinaron que existe un efecto de la luz sobre la degradación del clethodim. Según su investigación, existe un efecto catalizador de la radiación UV acelerando la degradación del herbicida. El efecto del agregado de adyuvante aceleró el proceso de fotodegradación, dada la mayor tasa de absorción del herbicida.

Metzler y Ahumada (2014) determinaron la residualidad de graminicidas utilizados para el control de *Sorghum halepense* en Santa Fe, Argentina. Los tratamientos incluyeron graminicidas de los grupos FOP y DIM, siendo clethodim el herbicida utilizado dentro de este último grupo. La residualidad se determinó a los 20 y 40 días después de la aplicación (DDA). Los resultados obtenidos, demostraron que el clethodim de formulación comercial, aplicado en dosis a razón de 500ml de ingrediente activo por hectárea, tuvo medias de control respecto al testigo de 91% a los 20 DDA. A los 40 DDA, el control fue de 84%. No existieron diferencias significativas según los distintos adyuvantes utilizados en el experimento.

Estos mismos autores, casi en simultáneo con este trabajo, hicieron otro experimento muy similar utilizando los mismos herbicidas, a mismas dosis y midiendo el control a los 20 y 40 días DDA, pero esta vez sobre

Echinochloa colona. Los resultados fueron que clethodim obtuvo medias de control de 85 y 86% respecto al testigo, 20 y 40 DDA respectivamente.

Por otro lado, Espinoza Neira y Rodríguez Lara (2011) evaluaron el efecto de aplicaciones pre siembra de clethodim y tepraloxidin en dosis técnica normal y doble con respecto a un testigo sin aplicación en cultivos de trigo, avena y raigrás.

En clethodim de formulación comercial la dosis aplicada fue de 125 g/ha y 250 g/ha en dosis simple y doble respectivamente. Los resultados obtenidos en trigo demostraron que existió efecto sobre las siembras realizadas al día 1, 6 y 12 para la dosis técnica y la dosis doble. Sin embargo, para la fecha de siembra a los 12 días post aplicación de los herbicidas el efecto fue menor y resultó no significativo para clethodim en la dosis técnica.

Según estos autores la emergencia también se afectó con la doble dosis cuando la siembra se realizó un día después de la siembra y a los 6 días.

De acuerdo a lo expresado por Spader et al. (2012) quienes evaluaron el efecto de clethodim, tepraloxidin y quizalofop-p-tefuril aplicado 7 y 2 días previos a la siembra de maíz, el efecto observado sobre el cultivo fue realizado utilizando una escala visual de daño del área vegetativa, la cual consideraba una escala 0-100, correspondiendo 0 a las plantas sin daño aparente y 100 a plantas muertas. Esta evaluación se realizó a los 7, 14, 21 y 28 días post emergencia de las plantas. También evaluaron en madurez fisiológica la altura de planta y posterior a la cosecha el peso de mil granos (PMG), número de granos por mazorca y rendimiento por hectárea corregido por humedad. Los resultados obtenidos demostraron que no existió daño visual sobre las plantas independientemente de la fecha de aplicación o el principio activo aplicado respecto al tratamiento testigo sin aplicación. Tampoco existieron efectos de la fecha de aplicación sobre los parámetros productivos del cultivo de maíz.

Continuando en la línea de evaluar la residualidad del herbicida clethodim, Karam et al. (2012), estudiaron el efecto de distintas concentraciones del herbicida en suelo aplicado previo a la siembra del cultivo de maíz. A los 14 días post emergencia, momento de la evaluación de toxicidad, concentraciones de 0,4 ppm de ingrediente activo en el suelo tenían un efecto de 50% de daño sobre las plantas, mientras que si esa concentración alcanzaba un valor de 0,8 ppm el daño ascendía a 90% e incluso la muerte de las plantas. La altura de planta también se afectó de

acuerdo a la concentración, alcanzando 50% de reducción de altura entre los días 7 y 14 cuando la concentración varió entre 0,4 y 0,6 ppm.

2.4. HALOXIFOP-METIL

Según Modernel (2013), haloxifop-metil es un herbicida selectivo (graminicida) de pos emergencia que actúa por traslocación; es inhibidor de la acetil coenzima carboxilasa (ACCasa), actuando sobre los tejidos meristémicos.

En Brasil se ha investigado sobre el efecto residual de este herbicida cuando se utiliza sobre cultivos de soja y girasol buscando un mejor control sobre malezas gramíneas. Es así que Vianna et al. (1988) estudiaron el efecto residual de una serie de graminicidas de aplicación post emergente, entre ellos haloxifop-metil. Estos investigadores, tomando en cuenta la materia seca de milheto y el porcentaje de germinación como indicadores para determinar el efecto, llegaron a la conclusión de que dosis de 120 g/ha y 180 g/ha de haloxifop-metil expresaban diferencias en materia seca hasta 49 días post aplicación, respecto a un testigo sin aplicación. Por otro lado la germinación no se vio afectada en mayor medida por el efecto del herbicida aplicado, existiendo sí diferencias en la dosis.

En el herbicida aplicado sobre el cultivo de girasol, la persistencia del efecto residual medio para las 2 dosis fue de 7 días, mientras que para el cultivo de soja la persistencia de la residualidad de haloxifop-metil fue de 14 días cuando la dosis fue de 120g/ha, y de 35 días cuando la dosis aumentó a 180 g/ha.

Previo a la experiencia demostrada en Brasil, Bühler y Burnside (1984) evaluaron el efecto residual de distintos graminicidas y distintas dosis en experimentos de campo, entre ellos el haloxifop-metil. Utilizando sorgo (*Sorghum bicolor*) como especie indicadora y sembrada en intervalos de 7 días luego de la aplicación, el haloxifop-metil tuvo un control del 100% entre los 7 y los 21 días, reduciéndose el efecto a los 28 y 35 días post aplicación, aunque a niveles altos ya que la disminución del crecimiento a los 35 días alcanzó un 67%, cuando la dosis fue de 0.5kg de ingrediente activo por hectárea. Cabe señalar que el testigo sin aplicación de este experimento se plantó a los 21 días post aplicación en parcelas contiguas.

En Argentina, Metzler y Ahumada (2014) en trabajo ya citado previamente, encontraron que el control en sorgo de Aleppo fue de 92% a los 20 días después de aplicación y 83% a los 40 días post aplicación, caída en el control que según estos autores se dio como consecuencia de un

rebrote incipiente. En su trabajo con *Echinochloa colona*, ya citado previamente, los autores encontraron que haloxifop–metil obtuvo 85 y 90% de control con respecto al testigo a los 20 y 40 DDA respectivamente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se instaló el día 2 de abril de 2014 en el área experimental de AUSID (Asociación Uruguaya pro Siembra Directa) en el predio "Expo Activa" de la Asociación Rural de Soriano, localizado en las coordenadas 33°27'02.42"S y 57°54'18.70"O sobre la ruta nacional No.2 km 253 a una altitud de 90 metros sobre el nivel del mar en la proximidad de la ciudad de Mercedes, departamento de Soriano.

De acuerdo a la carta de suelos 1:1000000 (Altamirano et al., 1976) el predio se ubica sobre la unidad de suelos Bequeló, donde predominan Brunosoles Éutricos Háplicos y Típicos, de textura franco-arcillo-limosa.

La siembra fue realizada el día 21 de junio de 2014 con máquina de siembra directa de la marca Semeato®. La densidad de siembra fue de 90 kg por hectárea con una distancia entre hileras de 17.5 cm. La variedad utilizada en el ensayo fue Syngenta 300.

Las parcelas fueron cosechadas manualmente el día 27 de noviembre de 2014.

3.2. TRATAMIENTOS

El experimento consistió en la evaluación de 2 graminicidas en dosis simple y doble, siempre en combinación con aceite agrícola y glifosato y un testigo solamente con glifosato, en 5 fechas de aplicación diferentes: 81, 55, 33, 12 y 0 días previos a la siembra.

Los tratamientos con graminicida incluían 2 principios activos: clethodim y haloxifop-metil. En total contabilizaron 5 tratamientos, que debieron repetirse para cada fecha de aplicación sobre una parcela distinta, de manera de poder luego evaluar la residualidad en el cultivo.

El tratamiento testigo (T0) incluyó al glifosato como único herbicida, sin la inclusión de graminicidas. Al tratamiento 1 (T1) se le adicionó el glifosato 400cc/ha de clethodim más 1lt/ha de aceite. En el tratamiento 2 (T2) se duplicó la concentración del graminicida antes mencionado, pasando la concentración a 800cc/ha. En los tratamientos 3 y 4 se cambió de graminicida al haloxifop-metil. En el tratamiento 3 (T3), la concentración de herbicida fue de 120cc/ha más 1lt/ha de aceite. La concentración de haloxifop-metil en el tratamiento 4, al igual

que lo realizado con clethodim en el T2 se duplicó pasando a ser la concentración de 240cc/ha de ingrediente activo más 1lt de aceite.

En todos los casos se utilizó la formulación comercial de glifosato Panzer Gold a la dosis de 2,5 lt/ha.

Los tratamientos se detallan en el cuadro a continuación.

3.2.1. Descripción de los tratamientos

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Fecha	Herbicida (principio activo)	Herbicida (nombre comercial)	Dosis de graminicida
1	1,2,3,4,5*	Testigo: solo glifosato	Panzer Gold 48%	
2	1,2,3,4,5*	clethodim + glifosato	Clethomax 24% + Panzer Gold 48%	400cc/ha
3	1,2,3,4,5*	clethodim + glifosato	Clethomax 24% + Panzer Gold 48%	800 cc/ha
4	1,2,3,4,5*	haloxifop metil + glifosato	Verdict HL 52%+Panzer Gold 48%	120 cc/ha
5	1,2,3,4,5*	haloxifop metil + glifosato	Verdict HL 52%+Panzer Gold 48%	240 cc/ha

*Las fechas 1, 2, 3, 4, y 5 se corresponden de la siguiente manera: 2 de abril de 2014, 27 de abril de 2014, 19 de mayo de 2014, 9 de junio de 2014 y 21 de junio de 2014, respectivamente.

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental correspondió a un diseño de bloques completos al azar (DBCA) correspondiendo los tratamientos a un diseño factorial de 5 tratamientos herbicidas por 5 fechas de aplicación previas a la siembra. Se utilizaron 3 repeticiones y las parcelas, que totalizaron 75, tuvieron un tamaño de 2 metros de ancho por diez metros de largo.

3.4. METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

Los herbicidas fueron aplicados con una pulverizadora de mochila de presión constante accionada por gas carbónico de manera de homogeneizar la presión. Consta de varal de 2 metros de ancho operativo con 3 boquillas de abanico plano Teejet® 11002. La presión de trabajo se ajustó para que la dosis fuera la anteriormente descrita aproximándose a los 2kpa. El agua utilizada fue deionizada para evitar interferencia con los herbicidas.

3.5. DETERMINACIONES

Todas las determinaciones fueron realizadas en los surcos centrales de cada parcela buscando eliminar las interferencias que pudieran surgir por efecto de la deriva desde parcelas adyacentes.

3.5.1. Determinaciones en Z2.0 y Z3.0

Cuando el cultivo alcanzó el estado de Zadocks 2.0 y 3.0 se efectuaron las siguientes determinaciones.

3.5.1.1. Población

Se estimó la densidad de trigo contando el total de plantas en muestreos de 60 cm cada uno.

3.5.1.2. Evaluaciones en planta

En 10 plantas elegidas al azar en los surcos centrales se estimó altura (cm) de la base a la inserción de la última hoja y ancho (mm).

3.5.1.3. Biomasa

En las mismas 10 plantas se determinó peso fresco (g).

3.5.2. Determinaciones a cosecha

3.5.2.1. Número de espigas

Se colectó y registró el total de espigas en 2 metros lineales de los surcos centrales de cada parcela.

3.5.2.2. Peso de granos del área cosechada

Se estimó el peso de los granos (g). Las espigas de cada área fueron cosechadas manualmente y en los granos resultantes se determinó porcentaje de humedad y peso.

3.5.2.3. Peso de 1000 granos

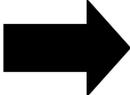
Se estimó a partir de 4 sub muestras de 50 granos cada una para cada parcela.

3.6. CROQUIS DEL EXPERIMENTO

Los tratamientos y sus repeticiones fueron dispuestos de la siguiente manera.

T1F1		T4F3		T3F4
T5F4		T3F2		T1F1
T3F5		T2F1		T3F3
T3F2		T3F4		T4F1
T1F5		T2F5		T2F2
T2F2		T1F5		T5F1
T3F4		T4F2		T5F4
T5F1		T2F3		T3F1
T2F3	C	T3F5	C	T4F3
T1F2	A	T1F4	A	T4F2
(ANULADA)*	M	T1F2	M	T2F1
(ANULADA)*	I	T4F4	I	T4F4
T4F1	N	T3F3	N	T1F2
T1F3	O	T2F4	O	T2F4
T5F2		T5F1		T2F5
T5F3		T2F2		T5F3
T2F1		T5F4		T4F5
T4F4		T1F3		T1F5

T2F4		T4F1		T3F2
T4F2		T3F1		T3F5
T4F5		T5F5		T5F5
T3F1		T4F5		T2F3
T2F5		T5F2		T1F4
T5F5		T5F3		T5F2
T4F3		T1F1		T1F3

N 

*Las parcelas debieron ser anuladas debido a un error en el momento de la aplicación.

Figura 1. Croquis del experimento

3.7. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Utilizando el programa informático INFOSTAT, se realizó el procesamiento estadístico de los datos, donde se utilizó el análisis de varianza (ANAVA) y cuando se observó un 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 fueron transformadas utilizando logaritmo neperiano.

3.8. CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL EXPERIMENTO

En la figura 1 se presenta el registro de precipitaciones (mm) de la estación Mercedes durante el período enero-diciembre 2014, y las medias mensuales históricas del período 1961-1990 de dicha estación.

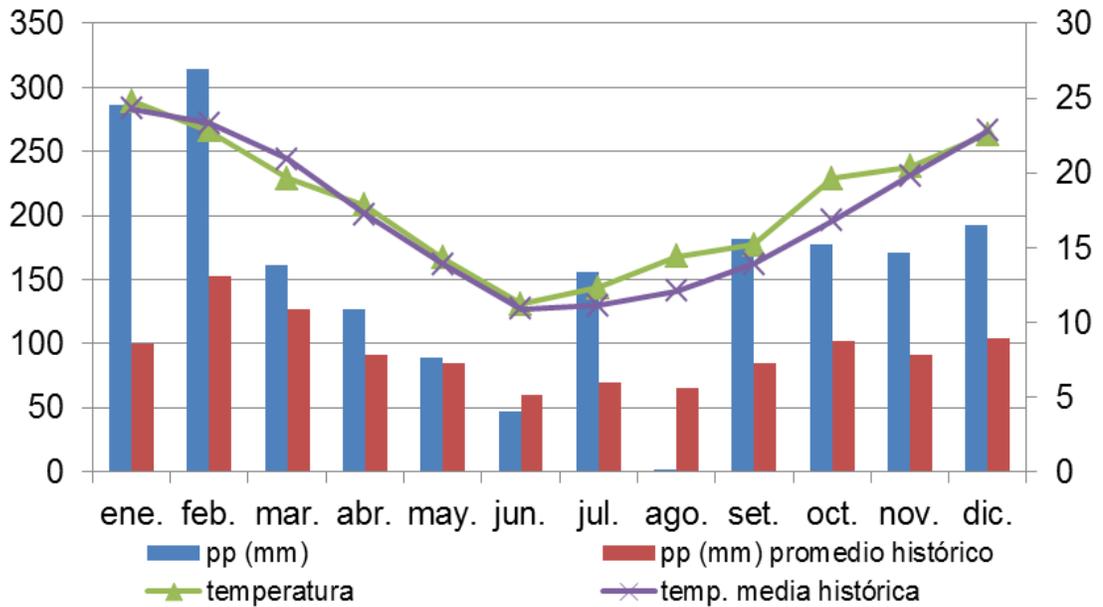


Figura 2. Temperatura y precipitaciones del período según mes. Fuente: INUMET (2014).

Como se observa en la figura 1, las precipitaciones durante 2014 superaron el promedio histórico. Durante el período de aplicación, comprendido entre el mes de abril y junio, las precipitaciones se aproximaron al promedio histórico, ubicándose en el mes de junio por debajo del mismo. La temperatura, por otro lado, no presentó variaciones importantes respecto al promedio histórico durante los primeros 6 meses del período. Para el segundo semestre sin embargo las temperaturas se mostraron por encima del promedio coincidiendo con la fase de crecimiento el cultivo de trigo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan y se discuten por separado las variables vegetativas y las correspondientes a los componentes de rendimiento en grano.

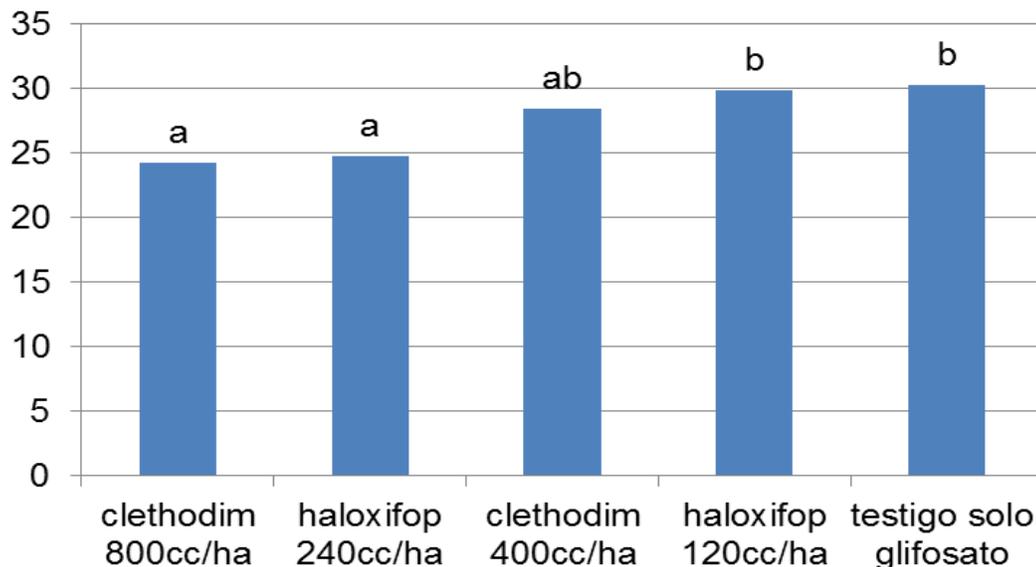
4.1 DETERMINACIONES EN DESARROLLO Y CRECIMIENTO

En ninguna de las determinaciones realizadas tempranamente, en Zadocks 2.0 fue posible detectar efectos de tratamientos. Tanto la población de plantas como el desarrollo de las mismas resultaron similares en todos los tratamientos en esta determinación.

En la segunda evaluación realizada en z3.0 fueron detectados efectos en el caso de las 2 variables de crecimiento estimadas: altura de las plantas de trigo y peso fresco.

En la altura de plantas se comprobaron efectos significativos de tratamientos, de la fecha, y de la interacción fecha por tratamiento.

El análisis de la interacción permitió conocer que los efectos de los tratamientos solo afectaron esta variable en la fecha 5 (figura 3) y resultaron con iguales alturas en las restantes fechas de aplicación.

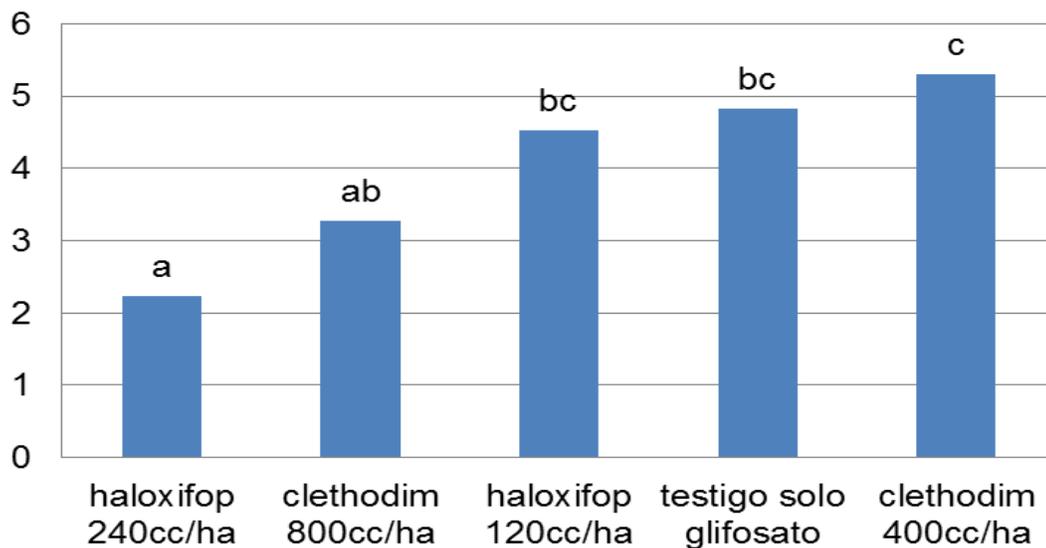


Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0,05$)

Figura 3. Altura de las plantas de trigo (cm) estimada en Zadocks 3.0 en los 5 tratamientos para la fecha de aplicación el día de la siembra (F5)

Como se puede ver, el test de Tukey permitió diferenciar los tratamientos de alta dosis (clethodim 800cc/ha y haloxifop-metil 240cc/ha) del tratamiento haloxifop-metil 120cc/ha y el testigo solo glifosato.

También para el peso fresco, se encontraron efectos de tratamiento, de fecha y de la interacción. Similarmente a como ocurriera con la altura, los tratamientos sólo mostraron diferencias en la fecha 5 (figura 4).



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

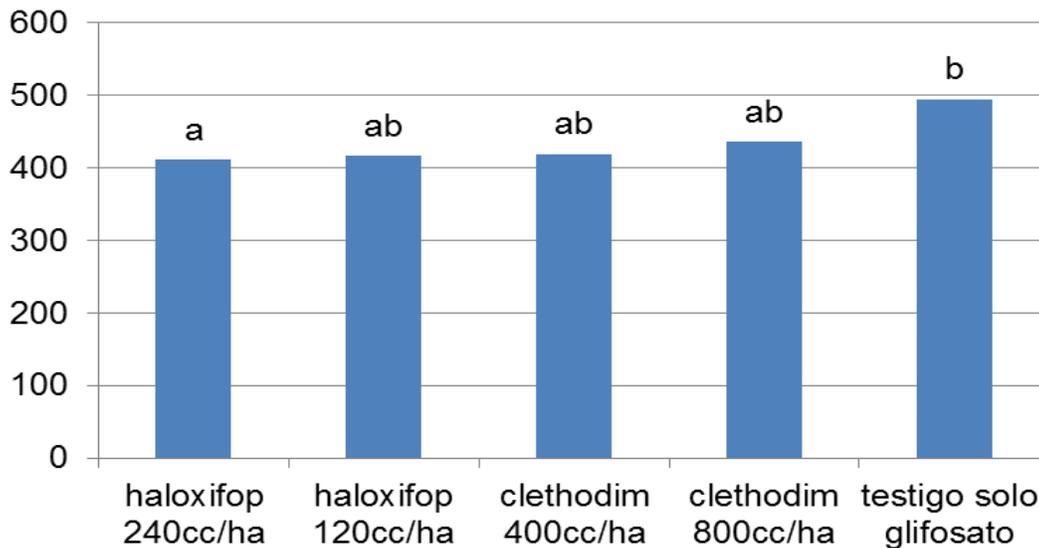
Figura 4. Biomasa de trigo (peso fresco en gramos) en Zadocks 3.0 en los 5 tratamientos para la fecha de aplicación el día de la siembra (F5)

La magnitud del efecto parece mayor en esta variable, la diferencia entre el de mayor y menor peso alcanza prácticamente el 50%, lo cual puede considerarse importante considerando la relación de este estadio de desarrollo con el rendimiento. A diferencia de lo que se observara en el caso de la altura, en este caso tanto haloxifop-metil como clethodim mostraron diferencias entre dosis.

4.2. DETERMINACIONES DE RENDIMIENTO FINAL Y COMPONENTES

Se detectó efecto de tratamientos a nivel del número de espigas y efecto del tratamiento, de la fecha y de la interacción fecha por tratamiento en el rendimiento final. No se detectaron efectos en el peso de 50 granos.

En la figura que sigue (figura 5) puede observarse que el total de espigas por m² resultó inferior para el promedio de la fecha 5 respecto al testigo.



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

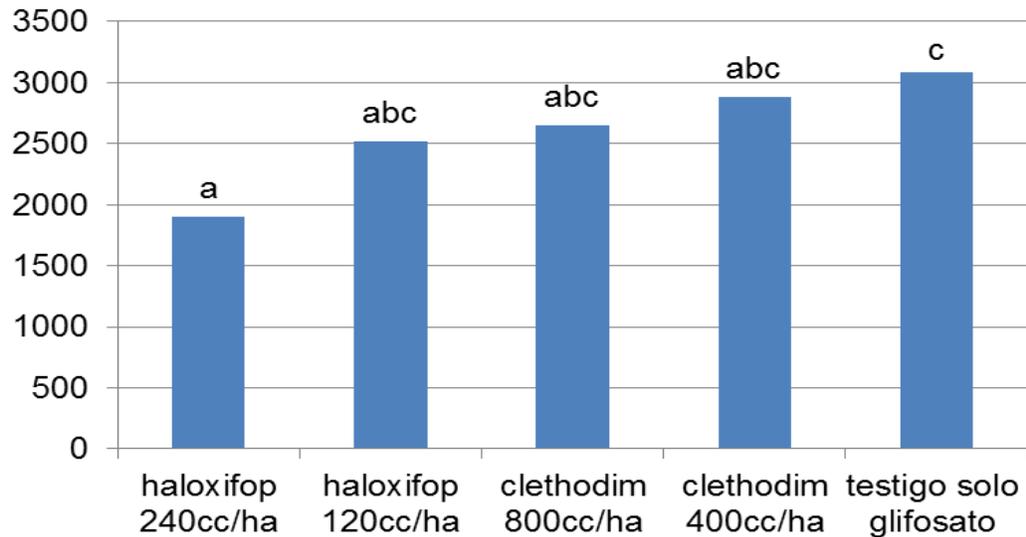
Figura 5. Número de espigas por m² según tratamiento para las 5 fechas de aplicación.

Como puede apreciarse, solo existen diferencias significativas entre la doble dosis de haloxifop-metil y el testigo sin graminicida.

Pese a no existir efecto de la fecha ni de la interacción, se reitera en esta variable la tendencia a los menores valores en el caso de las dobles dosis de ambos graminicidas.

Como se comentara anteriormente en el caso del peso del grano, no se observaron efectos de tratamientos y sí efectos de la fecha.

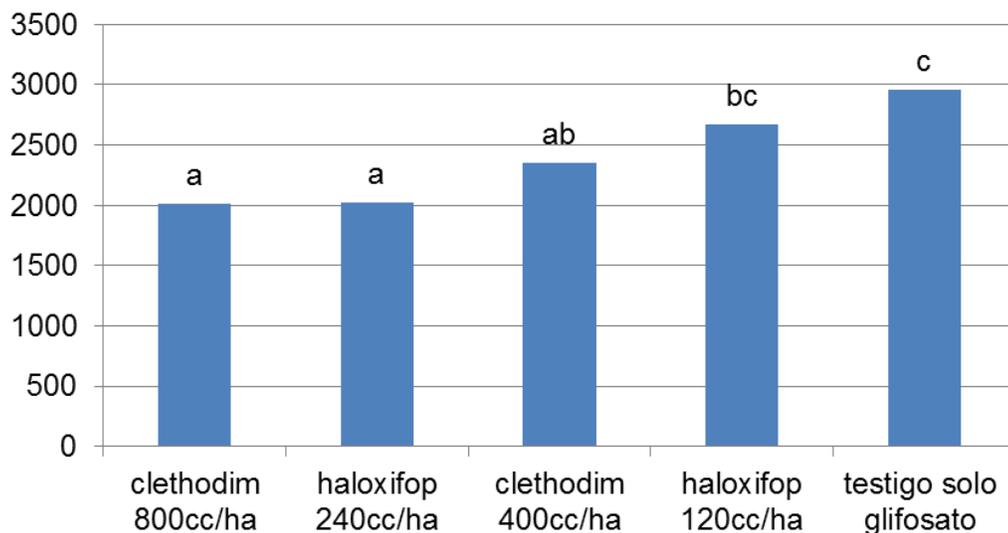
En relación al rendimiento final, en la fecha 4, el tratamiento 5 con doble dosis de haloxifop-metil tuvo un rendimiento 40% menor que el testigo sin graminicidas. Los restantes tratamientos no se diferenciaron de este tratamiento de menor rendimiento ni tampoco del testigo que obtuviera el mayor rendimiento (figura 6).



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

Figura 6. Rendimiento en grano (kg) de los 5 tratamientos para la fecha 4 (F4) de aplicación.

En la figura 7 que muestra los resultados para la aplicación de los tratamientos el día de la siembra, los dos tratamientos con doble dosis, tanto de clethodim como de haloxifop-metil, mostraron menores rendimientos que el testigo sin graminicidas (figura 7).



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

Figura 7. Rendimiento en grano (kg) de los 5 tratamientos para la fecha 5 (F5) de aplicación.

La reducción del rendimiento por efecto del agregado de los graminicidas en esta fecha fue muy similar a la encontrada para el caso de haloxifop-metil para la fecha anterior.

4.2.1. Algunas consideraciones sobre los resultados

Considerando todos los resultados obtenidos llama la atención la menor magnitud de los efectos a nivel de las variables vegetativas cuando comparados con los impactos finales que se obtuvieron a nivel de los rendimientos.

Es de destacar que se esperaba haber obtenido mayores diferencias entre tratamientos en las fases vegetativas, dado que en las apreciaciones visuales realizadas en estas primeras etapas se apreciaban diferencias en color, vigor y estado general de las parcelas, tal como se observa en la fotografía a continuación.



Figura 8. Plantas de los 5 tratamientos en fase Zadocks 2.2 correspondientes a la fecha de aplicación 5 (F5) el día de la siembra.



Figura 9. Fotografía tomada al momento de la primera medición en Z 2.2, con fecha 25/07/2014

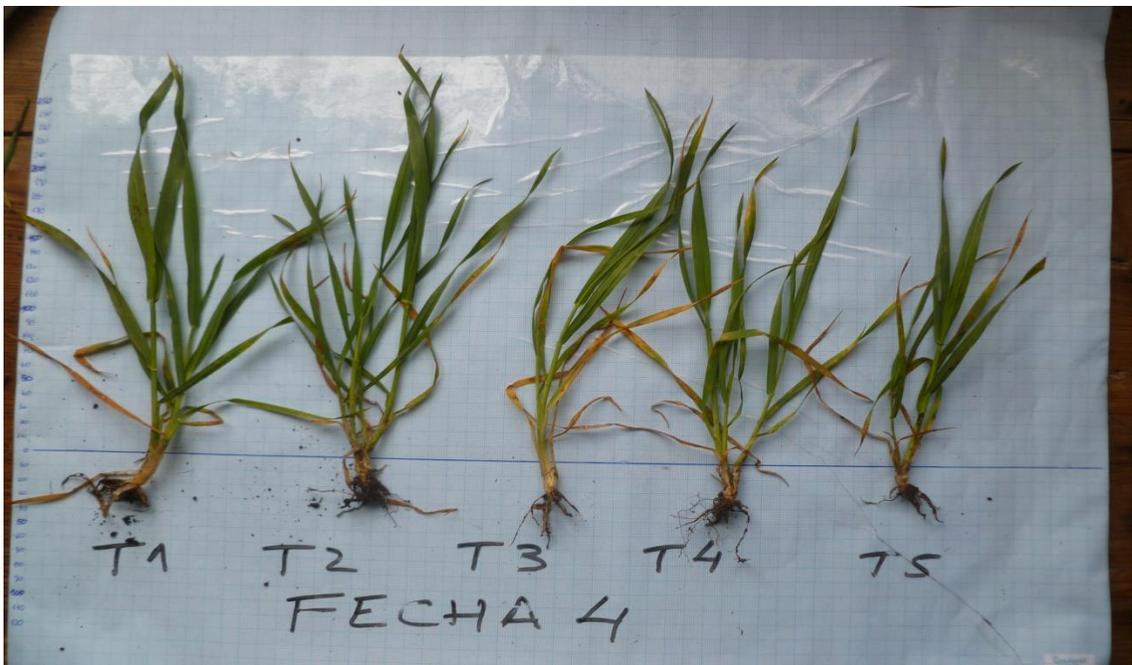


Figura 10. Plantas de los 5 tratamientos en fase Zadocks 2.2 correspondientes a la fecha de aplicación 4, 12 días pre siembra.

Por último, importa reiterar, tal como se mencionara en materiales y métodos, que estudios como el realizado sólo permiten la predicción de las situaciones de cero riesgo. La inclusión del tratamiento de doble dosis tiene por objetivo en este tipo de estudios evaluar los efectos potenciales en el peor escenario. Se considera que en aquellas situaciones con condiciones climáticas

y edáficas desfavorables pueden estar ocurriendo residuales similares a las que detectarían con el doble de la dosis.

Si bien ambos herbicidas utilizados en la dosis simple no mostraron diferencias con el testigo, debe entenderse que ese es el resultado para el año y condiciones climáticas particulares del experimento, la variedad de trigo en estudio y las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo en el que se instaló el experimento. La respuesta obtenida habiendo incluido el estudio de la doble dosis, estaría indicando que sólo es posible la utilización de haloxifop-metil (Verdict HL) con cero riesgo si se utiliza con 33 días de anticipación a la siembra de trigo y clethodim (Clethomax 24%) con un intervalo de 12 días.

Dados los resultados obtenidos en el experimento, se hace necesario repetir el mismo, con variantes en el mismo como por ejemplo acortar los periodos entre aplicaciones, de manera de aportar información nacional más detallada.

5. CONCLUSIONES

No se detectó ningún efecto a nivel de la implantación ni el desarrollo temprano de trigo.

Se detectaron efectos a nivel de la altura y el peso verde de las plantas de trigo estimadas al momento de Zadocks 3.0. Ambas variables se vieron disminuidas fueron menores en los tratamientos con clethodim y haloxifop-metil a la doble dosis.

El rendimiento en grano de trigo en los tratamientos de haloxifop-metil (Verdict HL 52%) a doble dosis a los 12 y 0 días antes de la siembra, y el de clethodim a los 0 días fueron menores que el testigo.

6. RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el predio de la Expo Activa de la Asociación Rural de Soriano, ubicado en ruta 2 km 253, en la proximidad de la ciudad de Mercedes, Soriano, Uruguay, entre el 2/04/2014 al 27/11/2014. Tuvo por objetivo evaluar el efecto residual de los graminicidas haloxifop-metil y clethodim en distintas fechas de aplicación antes de la siembra de trigo. Los tratamientos (T1=glifosato 2,5L/ha; T2=glifosato 2,5L/ha + clethodim 400cc/ha; T3= glifosato 2,5L/ha + clethodim 800cc/ha; T4= glifosato 2,5L/ha + haloxifop-metil 120cc/ha ;T5= glifosato 2,5l/ha + haloxifop-metil 240cc/ha) fueron aplicados a los 81, 55, 33, 12 y 0 días previos a la siembra del cultivo de trigo. El diseño experimental fue en bloques completos al azar (DBCA), con 3 repeticiones. Las determinaciones consistieron en evaluaciones en trigo de implantación, desarrollo utilizando la escala de Zadocks y crecimiento: largo y ancho de láminas en hojas, altura y peso fresco de planta. A cosecha se determinó el número final de espigas por metro cuadrado y se estimó el rendimiento en kilos por hectárea. Los resultados mostraron que no existieron efectos en la implantación ni el desarrollo temprano de trigo aunque sí se detectaron efectos a nivel del crecimiento. La altura y el peso verde de las plantas de trigo estimadas al momento de Zadocks 3.0, fueron menores en los tratamientos con clethodim y haloxifop-metil a la doble dosis. El rendimiento en grano final en los tratamientos de haloxifop-metil (Verdict HL 52%) a doble dosis a los 12 y 0 días antes de la siembra, y el de clethodim a los 0 días fueron menores que en el testigo.

Palabras clave: Trigo; Residualidad; Clethodim; Haloxifop-metil.

7. SUMMARY

The current study was conducted on the field of “Expo Activa” which belongs to Asociación Rural of Soriano, on the 253th kilometer of national route number 2, next to Mercedes city, Soriano department, Uruguay. The experiment took place from 2/04/2014 to 27/11/2014. Its objective was to evaluate residual behavior of graminicides over wheat planted later. Treatments (T1= glyphosate 2,5L/ha; T2= glyphosate 2,5L/ha + clethodim 400cc/ha; T3= glyphosate 2,5L/ha + clethodim 800cc/ha; T4= glyphosate 2,5L/ha + haloxifop-metil 120cc/ha; T5= glyphosate 2,5l/ha + haloxifop-metil 240cc/ha) were sprayed 81, 55, 33, 12 and 0 days before planting wheat. The experiment had a randomized complete block design including 3 blocks. The determinations consisted of evaluations of wheat implantation, plant growth using Zadock’s scale and growth grade: film length and width and plant green weight. At harvest, final number of wheat stalks per square metre and crop yields per hectare was estimated. The results determined that there were no effects neither implantation nor early stages of development, but on the other side there was an effect over plant growth. The height and green weight of the wheat plants estimated at the moment of Zadocks 3.0 were lower in the treatments with Clethodim and Haloxifop-metil at double dose. When considering final crop yields, the Haloxifop-metil (Verdict HL 52%) treatments at double dose at 12 and 0 days, and clethodim 0 days were less than the control plot with no graminicides.

Key words: Wheat; Residual behaviour; Clethodim; Haloxifop-metil.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echevarría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, Uruguay, MAP. DSF. t.1, 96 p.
2. Buhler, D.; Burnside, O. 1984. Herbicidal activity of fluazifop-butyl, haloxyfop-methyl, and sethoxydim in soil. (en línea). Weed Science. 32 (6): 824-831. Consultado ago 2015. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/4044048>.
3. Espinoza Neira, N.; Rodríguez Lara, C. 2011. Carry over de clethodim y tepraloxym en cultivos de trigo (*Triticum aestivum*), avena (*Avena sativa*) y ballica (*Lolium multiflorum*). In: Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (20º., 2011, Viña del Mar, CL). Actas. Viña del Mar, ALAM. 1 disco compacto.
4. Gabrielli, F.; Kucharsky, M.; Rodríguez, H. 2012. Estudio de la tolerancia de seis cultivares de soja a herbicidas de postemergencia. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Facultad de Agronomía. 41 p.
5. INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología. Dirección de Climatología y Documentación, UY). 2015a. Precipitación mensual acumulada en milímetros; estación meteorológica Mercedes. Montevideo. 1 p.
6. _____. 2015b. Temperatura media en grados Celsius. Estación meteorológica Mercedes. Montevideo. 1 p.
7. Karam, D.; Gazziero, D.; Vargas, L.; Mourao, S. 2012. Resposta de plantas milho crescidas em solo contendo clethodim. In: Congreso Brasileiro da Ciencia das Plantas Daninhas (28º., 2012, Campo Grande, MS). A ciência das plantas daninhas na era da biotecnología; anais. Campo Grande, SBCPD. pp. 380-387. Consultado mar 2015. Disponible en: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/67065/1/843-XXVIIIICBCPD.pdf>
8. Kogan, M.; Pérez, A. 2003. Herbicidas; fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Santiago de Chile, Universidad Católica de Chile. 333 p.

9. Metzler, M. J.; Ahumada, M. 2014a. Evaluación de graminicidas postemergentes fop y dim en el control de *Echinochloa colona* resistente a glifosato para barbecho químico. (en línea). Paraná, AR, INTA. s.p. Consultado mar. 2015. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/control-de-echinochloa-colona-resistente-a-glifosato-para-barbecho-quimico-evaluacion-de-graminicidas-postemergentes-fop-y-dim/at_multi_download/file/INTA-%20Echinochloa%20colona-%20control%20qu%C3%ADmico.pdf
10. _____.; _____. 2014b. Evaluación de graminicidas postemergentes fop y dim en el control de *Sorghum halepense* resistente a glifosato para barbecho químico. (en línea). Paraná, AR, INTA. s.p. Consultado mar. 2015. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-de-graminicidas-postemergentes-fop-y-dim-en-el-control-de-sorghum-halepense-resistente-a-glifosato-para-barbecho-quimico/at_multi_download/file/INTA-%20Sorgo%20alepo%20resistente%20a%20glifosato.pdf
11. Modernel, P. 2013. Guía para la protección y nutrición vegetal. (en línea). Montevideo, SATA. s.p. Consultado mar. 2015. Disponible en http://www.laquiasata.com/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=311:haloxifop-metil&catid=45:principios-activos&Itemid=57
12. Nandula, V.; Poston, D.; Eubank, T.; Koger, C.; Reddy, K. 2007. Differential response to glyphosate in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) populations from Mississippi (en línea). *Weed Technology*. 21 (2): 477-482. Consultado jun. 2015. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/4495880>
13. Sandín-España, P.; Sevilla-Morán, B.; Alonso-Prados, J.; Santín Montanya, I. 2012. Chemical behaviour and herbicidal activity of cyclohexanedione oxime herbicides. (en línea). In: Abad El-Ghany Hasaneen, M. N. ed. *Herbicides, properties, synthesis and control of weeds*. s.l., InTech. pp. 75-102. Consultado mar. 2015. Disponible en <http://www.intechopen.com/books/herbicides-properties-synthesis-and-control-of-weeds/chemical-behaviour-and-herbicidal-activity-of-cyclohexanedione-oxime-herbicides>
14. Sevilla-Morán, B.; López-Goti, C.; Alonso-Prados, J.; Sandín-España, P. 2013. Degradation of cyclohexanedione oxime herbicides. (en línea) In: Price, A. ed. *Herbicides; advances in research*. s.l.,

InTech. s.p. Consultado mar. 2015. Disponible en <http://www.intechopen.com/books/herbicides-advances-in-research/degradation-of-cyclohexanedione-oxime-herbicides>

15. Spader, V.; Pereira Lopes, E.; Dos Santos Fabbrin, E.; Gonçalves Mendonça, C.; Pelissari, A. 2012. Residual activity of ACCase inhibitor herbicides applied at pre-sowing of corn crop. *Revista Brasileira de Herbicidas*. 11 (1): 42-48.
16. Vianna, G.; Sieczkowski, S.; Fleck, N. 1988. Atividade residual de herbicidas aplicados em pós-emergência para controle de inços em duas condições ambientais (en línea). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 23 (10): 1095-1105. Consultado mar. 2015. Disponible en https://scholar.google.es/scholar?q=haloxifop+persistence&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5
17. Vigna, M.; López, R.; Gigón, R. 2009. Respuesta de *Lolium multiflorum* a herbicidas en el SO de Buenos Aires, Argentina. In: Congreso de la Sociedad Española de Malherbología (12o.), Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (19o.), Congreso Ibérico de Ciencias de las Malezas (2o., 2009, Lisboa Portugal). Trabajos presentados. Madrid, SEMh. pp.659-662.
18. Zimdahl, R. 2007. *Fundamentals of weed science*. 3rd. ed. Fort Collins, Academic Press. 688 p.