

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

CONTROL DE MALEZAS EN POSTEMERGENCIA EN MAÍZ RESISTENTE AL
GLIFOSATO

por

Marcelo Federico BRITOS LEMES
Federico GOYENI LEMA

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2013

Tesis aprobada por:

Director:

.....

Ing. Agr. Juana Villalba

.....

Ing. Agr. Grisel Fernández

.....

Ing. Agr. Luis Gimenez

Fecha: 28 de junio de 2013

Autor:

Marcelo Federico Britos Lemes

.....

Federico Goyení Lema

AGRADECIMIENTOS

A Juana Villalba por brindarnos la oportunidad de realizar la tesis de grado, también por su apoyo y dedicación a lo largo de este trabajo.

A Grisel Fernández por su apoyo y aliento para desarrollar este trabajo.

A Facultad de Agronomía por brindar los recursos necesarios para este trabajo, así como también la educación y formación recibida tanto a nivel personal como profesional a lo largo de la carrera de Ingeniero Agrónomo.

Al personal de biblioteca de Facultad de Agronomía.

A nuestras familias y amigos por su incondicional apoyo a lo largo de la carrera...

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 INTERFERENCIA DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ.....	2
2.2 ESTRATEGIAS DE CONTROL QUÍMICO EN MAÍZ.....	3
2.3 USO DE GLIFOSATO EN MAICES RESISTENTES.....	4
2.4. PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LOS HERBICIDAS UTILIZADOS.....	6
2.4.1. <u>Atrazina</u>	6
2.4.2. <u>Cloracetamidas</u>	7
2.4.2.1. Acetoclor.....	8
2.4.2.2. Metolaclor.....	8
2.4.3. <u>Clopiralid</u>	9
2.4.4. <u>Dicamba</u>	9
2.4.5. <u>SureStart</u>	9
2.4.6. <u>2,4-D</u>	10
2.4.7. <u>Glifosato</u>	10
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	12
3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	12
3.2. METODOLOGÍA DE LA INSTALACION.....	14
3.3. DETERMINACIONES.....	14
3.3.1. <u>En el cultivo</u>	14
3.3.2. <u>En la malezas</u>	15
3.4. ANÁLISIS ESTADISTICO.....	16
3.5. CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE EL PERÍODO EXPERIMENTAL.....	16

4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	18
4.1. CARACTERÍSTICA DEL ENMALEZAMIENTO Y DEL CULTIVO.....	18
4.2. EFECTO DE LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS HERBICIDAS EN EL CONTROL DE MALEZAS.....	19
4.2.1. <u>Evaluación 7 días post aplicación</u>	19
4.2.2. <u>Evaluación 15 días post evaluación</u>	22
4.3. ENMALEZAMIENTO RESIDUAL (MATERIA SECA DE MALEZAS A COSECHA).....	23
4.4. MATERIA SECA DE MAIZ.....	28
5. <u>CONCLUSIONES</u>	34
6. <u>RESUMEN</u>	35
7. <u>SUMMARY</u>	36
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	37

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Descripción de tratamientos.....	13
2. Secuencia de estimaciones realizadas.....	15
3. Porcentaje de cobertura de malezas pre aplicación de los tratamientos e implantación del cultivo.....	18
4. Valores de media y mediana de control de <i>Conyza</i> spp y <i>Echinochloa colona</i>	20
5. Valores de media y mediana de control de <i>Conyza</i> spp y <i>Sida rhombifolia</i>	23
6. Materia seca (g/m ²) <i>Digitaria sanguinalis</i> a los 70 días post aplicación.....	24
7. Materia seca <i>Echinochloa colona</i>	26
8. Materia seca total de gramíneas y malezas totales a cosecha.....	27
9. Materia seca de maíz.....	29
Figura No.	
1. Precipitaciones del promedio histórico y promedio durante el periodo experimental.....	16
2. Temperatura promedio histórico y promedio durante el período experimental.....	17
3. Proporción del enmalezamiento en las parcelas testigo.....	30
4. Rendimiento relativo y malezas totales de cada tratamiento.....	31
5. Proporción de malezas de los tratamientos	

sin contabilizar el testigo.....	32
6. Rendimiento de Maíz (kg/MS) promedio de los tratamientos herbicidas vs Testigo no aplicado.....	33

1. INTRODUCCIÓN

El maíz ocupa el segundo lugar en área sembrada de cultivo de verano en el país con 128600 hectáreas en la última zafra, detrás del cultivo de soja. La superficie de este cereal se incrementó notoriamente en la zafra 2011/2012 ya que en las últimas tres zafras el área estaba estancada aproximadamente en 80000 hectáreas (URUGUAY. MGAP.DIEA, 2012). Es de esperar que este incremento de área continúe considerando la nueva normativa instalada con respecto a uso y manejo de suelo. En donde la incorporación de especies C4 en la rotación es necesaria para un mejor uso de suelo.

El maíz ha demostrado ser un cultivo sumamente susceptible a la interferencia de malezas debido en gran parte a su escasa capacidad de competencia y altas exigencias para la producción de grano.

Tal es la susceptibilidad del maíz a la competencia que puede experimentar pérdidas del rendimiento de 50 a 87% según diversos autores y en distintas condiciones de producción.

Este cultivo ha transitado avances tecnológicos importantes tales como la introducción de eventos transgénicos, como híbridos con resistencia al glifosato, lo cual genera nuevas opciones y desafíos para el manejo de malezas en el cultivo.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar opciones de control químico en postemergencia, utilizando distintos tipos de herbicidas en mezcla con glifosato en el control de malezas y en el rendimiento del cultivo resistente al glifosato (RR).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTERFERENCIA DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ

La productividad del cultivo de maíz esta fuertemente condicionada por la interferencia de malezas, la magnitud en que varía el rendimiento de maíz dependerá de la densidad, composición varietal de las malezas, momento de interferencia en el cultivo.

El maíz es de los cultivos de verano, el de mayor respuesta al control de malezas, Ríos y Giménez (1992) para un promedio de años mencionan respuestas de alrededor de un 130% en un maíz con un control adecuado.

La variación de rendimiento en el cultivo de maíz relacionado con el manejo de las malezas presentes puede alcanzar hasta el 87%¹.

El período crítico de control de malezas se da hasta la cuarta hoja del cultivo, siendo el período crítico de competencia a partir de la 4ª hoja observándose pérdidas importantes de rendimiento¹.

Cepeda et al. (2003) hacen referencia a que el momento de mayor incidencia de malezas y las pérdidas causadas por ella, depende de la composición, para malezas latifoliadas el período crítico de competencia es a partir de la 6ª u 8ª hoja , mientras que para gramíneas el período crítico de competencia es previo al desarrollo completo de la 4ª hoja. Por lo tanto el período crítico de control, para latifoliadas debería ser antes de la 6ª hoja y para gramíneas antes de la 4ª hoja.

La magnitud de la interferencia es variable según el momento del cultivo en que esta se manifiesta, así lo verificaron Bosnic y Swanton (1997) quienes encontraron una pérdida de 57% del rendimiento cuando la emergencia de *Echinochloa* sp. era simultánea al maíz y de tan solo el 6%, cuando la maleza emergía cuando el cultivo ya estaba en V4. Los autores sostienen que cuando la maleza emerge junto con el maíz, el control es independientemente de la densidad.

Maun y Barret (1986) mencionan que *Echinochloa* sp, presenta una elevada competencia y la relacionan con su temprana y extendida germinación en el ciclo del cultivo (hasta mediados de verano), adicionalmente no inhibe su germinación por condiciones ambientales desfavorables.

¹ Villalba, J. 2011. Curso de cereales y cultivos industriales EEMAC (sin publicar).

Gantoli et al. (2013) en experimentos en 2010 y 2011 determinaron el periodo crítico de competencia de malezas en maíz desde la cuarta hoja hasta floración para un enmalezamiento compuesto de gramíneas y latifoliadas. Comentan los autores que este periodo se prolonga hasta floración en condiciones de sequía, donde el cultivo no obtiene un desarrollo adecuado para ser suficientemente competitivo con las malezas. Así obtuvieron pérdidas de rendimiento de 38 a 65% en controles temprano, comparado al testigo libre de malezas, consecuencia del largo periodo de la competencia que manifiestan en estas condiciones.

2.2 ESTRATEGIAS DE CONTROL QUÍMICO EN MAÍZ

Si bien la estrategia tradicional para el control de malezas estaba basada en aplicaciones preemergentes, también existe una nueva gama de opciones de herbicidas para aplicarse en postemergencia en el cultivo de maíz. La mayoría de las opciones de control de malezas en postemergencia determinaban la necesidad del uso de materiales específicos con tolerancia o resistencia, como era el caso de las sulfonilureas o de imidazolinonas.

Y estos aun usados en los materiales recomendados presentaban algunos problemas de fitotoxicidad, así lo indican para sulfonilureas, Cash y Rossini (2011). Por otra parte, el control de malezas también estaba limitado en espectro y por grado de desarrollo de las mismas, así lo indican la propia información técnica de los productos.

Actualmente, la aparición en el mercado de cultivares resistentes a glifosato, amplía el control de malezas en postemergencia, visto que el herbicida permite un control total de malezas, dependiendo de la dosis y exceptuando los casos de resistencia y presenta una amplia ventana de aplicación en el ciclo del cultivo.

Papa (2006) comenta que el glifosato es una buena herramienta en maíces RR, obtuvieron los mejores resultados desde el punto de vista del rendimiento del maíz con aplicaciones tempranas, en V2- V4, con la mezcla de glifosato 750 g.i.a/ha, atrazina 90% 1,7 kg.p.f./ha, metolaclor 1,1 l/ha, mientras que cuando se utilizó solo glifosato 750 g.i.a/ha, el mejor resultado se obtuvo para la aplicación en V4.

El autor explica estos resultados diciendo que en el caso de la mezcla, además del control por el glifosato, se sostiene en el tiempo dada la residualidad de los herbicidas atrazina y metolaclor. Mientras que el mejor resultado obtenido para el tratamiento solo con glifosato se explica por el momento de control, porque con la aplicación en V4 se asegura el control sobre un mayor número de malezas, determinado así un control eficiente. Cabe destacar que para la variable biomasa total de malezas al fin del ciclo del cultivo existió diferencia a favor de la mezcla, explicado por la

residualidad de la misma. Otro punto ventajoso de la mezcla es el manejo desde el punto de vista de la generación de resistencia.

Esta adopción de tecnología tiene consecuencias positivas como flexibilidad en el control de malezas y facilidad de cosecha, pero tiene efectos adversos como puede ser que el uso generalizado provoca el aumento de malezas resistentes alterando la comunidad de malezas (Freyssinet et al., 2003).

Green (2009), menciona que a medida que se generaliza el uso de cultivos resistentes al glifosato indirectamente se estimula el aumento de malezas resistentes al glifosato ya que se tiende a usar una única molécula dejando de lado otros principios activos.

2.3 USO DE GLIFOSATO EN MAICES RESISTENTES

El desarrollo de los maíces resistentes al glifosato comenzó en 1980, hasta que finalmente DEKALB patentó el primer maíz transgénico resistente al glifosato, evento aprobado en 1997 y se comenzó a comercializar en 1998 (Green, 2009).

Según el autor esta tecnología fue rápidamente aceptada por los productores siendo el evento de resistencia al glifosato el más utilizado, según los datos del 2008, en 114 millones de hectáreas y en 23 países.

Esta tecnología permite aplicaciones de glifosato en diferentes momentos, V4 hasta V9 (Papa, 2004) y en diferentes dosis. Sikkema et al. (2004) no encontraron daños en el cultivo de maíz por aplicación de glifosato con dosis de hasta 900 g. eq.ac./ha

Sikkema et al. (2004) evaluaron la aplicación de glifosato en maíz RR, donde *Echinochloa* spp. era la maleza más frecuente y encontraron respuesta en su control hasta dosis de 450 g. eq.ac./ha sin mayores respuestas con dosis superiores a esta. La densidad final de la maleza fue afectada por la dosis y el momento de aplicación. Considerando el momento de aplicación el mejor resultado obtuvieron en aplicaciones tardías (*Echinochloa* spp. en 6 hojas) debido a que esta aplicación tardía dio lugar a menos plantas emergidas post aplicación.

El control con glifosato determinó un 82% de diferencia en la densidad de maleza con el testigo no aplicado. La mejor combinación que obtuvieron en dosis y momento para disminuir la reinfestación de la gramínea fue 450 g eq.ác/ha en el estado fisiológico de V6. La ausencia de control de la maleza determinó un 35% menos de rendimiento del maíz para los diferentes momentos de control.

Aun con mejores controles de la maleza con las mayores dosis, considerando únicamente el rendimiento, la respuesta fue significativa hasta la dosis de 225 g. eq. ac/ha de glifosato.

Por otra parte, cuando la maleza principal era *Chenopodium album* una especie de la familia amarantácea, Sikkema et al. (2004) encontraron respuesta en el control con glifosato a diferentes dosis, sin embargo el momento de aplicación del herbicida no fue significativo para el parámetro de rendimiento de maíz. El autor explica que esto se puede deber probablemente al corto periodo de susceptibilidad de la maleza (2 a 6 hojas verdaderas).

En el experimento se evaluaron 5 dosis de ingrediente activo de glifosato (112, 225, 450, 675 y 900g eq. ác./ha), la reducción en la densidad de las malezas con respecto al testigo sin tratar fue de 2, 36, 71, 78 y 83%, respectivamente. Los autores también estimaron la emergencia de la maleza el año posterior al cultivo y comparado al testigo no tratado, las reducciones fueron de 58, 75, 85, 90 y 93%, respectivamente para las dosis de menor a mayor.

La aplicación de 450g eq. ác./ha de glifosato que fuera comentado fue satisfactoria en control, disminuyó en un 82% la producción de semilla de la maleza con respecto al testigo no tratado.

Lindsey et al. (2012) evaluaron distintos momentos de control de malezas en preemergencia y postemergencia en V3, V5 y V6 en maíces resistentes a glifosato. Si bien no obtuvieron datos concluyentes estadísticamente, para determinar el periodo crítico de control de las malezas, agrónomicamente concluyeron que la mejor combinación de herbicidas fue en la preemergencia (atrazina+acetoclor) y luego glifosato en post emergencia temprana (V3/V4) en el promedio de 3 años de evaluación.

El momento óptimo de control generalmente estuvo influenciado por las condiciones ambientales en que se desarrolló el cultivo, en relación a condiciones edáficas y precipitaciones. En muy buenas condiciones el periodo óptimo fue hasta V3/V4 y se extendió hacia V8/V10 en casos de producción bajo condiciones adversas, sequía y baja fertilidad (Lindsey et al., 2012).

Fickett et al. (2013) determinaron la pérdida de rendimiento en el cultivo de maíz por retrasos en los momentos de control de hasta 5 % en el promedio de 2 años para 95 casos, siendo las pérdidas del tercio superior de 11.9 %.

El no uso de herbicidas en preemergencia del cultivo determinó que la aplicación de glifosato en postemergencia temprana debiera ser muy bien ajustada para evitar pérdidas entre el 3 y 26% de rendimiento del cultivo (Fickett et al., 2013).

Swanton et al. (2004) mencionan que el control temprano de malezas en maíz es de suma importancia ya que las malezas inciden sobre la relación rojo-rojo-lejano que recibe el maíz afectando la arquitectura de las plantas y el desarrollo del área foliar. Los autores determinaron pérdidas de área foliar de 42% y de 6 cm de altura en cultivos enmalezados con gramíneas comparados a testigos limpios. También se afectó la relación materia seca de la parte aérea/radicular del maíz, lo que puede afectar la futura capacidad competitiva del maíz por agua.

2.4 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS HERBICIDAS UTILIZADOS

2.4.1 Atrazina

La atrazina pertenece al grupo químico de las triazinas, siendo un herbicida selectivo de pre y postemergencia temprana, su principal uso es para el control de malezas hoja ancha y algunas gramíneas anuales. Los cultivos donde este herbicida es más utilizado son maíz y sorgo, siendo el maíz de excelente tolerancia a este herbicida, mientras que la del sorgo es aceptable.

El modo de acción del herbicida inhibe la acción del fotosistema II, actuando sobre el transporte fotosintético de electrones lo que resulta de la inhibición de la fotosíntesis de la planta, por esto Kogan y Pérez (2003) señala que los síntomas provocados por la atrazina no se observan hasta que emerjan las primeras hojas o cotiledones (según especie), ya que tiene que existir presencia de luz para que actúe el fotosistema.

Rodríguez (2010) menciona que los síntomas resultantes de esta aplicación, muestran una coloración amarronada en el borde de las hojas, resultado de la destrucción de los carotenoides.

La atrazina actúa principalmente por translocación, ingresando vía radicular trasladándose por xilema, siendo esta la más eficiente, ya que es una molécula lipofílica lo que hace dificultoso su ingreso a la planta vía foliar, esto le impide trasladarse en forma eficiente por floema, teniendo solo una acción de contacto, en aplicaciones postemergentes siendo menos eficientes, sobre todo en especies perennes.

Los mayores porcentajes de control de malezas cuando es aplicado en postemergencia se obtienen cuando las malezas están entre la 2ª y 3ª hoja. La ventana de aplicación para asegurar la máxima selectividad del cultivo esta entre el estado V2 y V6.

Las condiciones de humedad de suelo favorecen la actividad del herbicida, mientras que lluvias abundantes luego de la aplicación pueden disminuir considerablemente la eficacia de control (Rodríguez, 2010).

La selectividad entre especies a las triazinas está determinada en muchos casos por la localización superficial del herbicida en el suelo. En otros casos se debe a diferentes velocidades de degradación (García Torres y Fernández-Quintanilla, 1991).

Vidal (1997) habla de persistencia de 3 meses hasta 1 año con dosis normales, determinada por las condiciones físicas y químicas del suelo al igual que el clima principalmente, así como también tiene cierta influencia la historia de chacra. Las principales vías de descomposición son la biodegradación y la hidrólisis.

La preocupación por el uso de atrazina está asociado al incremento en la resistencia que han desarrollado algunas malezas a este principio activo y al potencial de lixiviación, el cual puede provocar contaminación de aguas. Consecuencias de estas preocupaciones, los investigadores aseguran que hay necesidad urgente de desarrollar estrategias alternativas de manejo de malezas en el cultivo de maíz (Trotter et al., citados por Cash y Rossini, 2011).

2.4.2 Cloroacetamidas

Las cloroacetamidas son herbicidas inhibidores del crecimiento meristemático, actúan bloqueando la síntesis de proteína, la división y elongación de las células.

Estos son usados mayormente pre siembra y preemergencia ya que implica mejor control antes de la emergencia de la maleza. Teniendo un pobre control cuando se aplica en postemergencia, actuando como herbicida de contacto.

En las especies sensibles, los síntomas se aprecian cuando la semilla germina aunque las plántulas no emergen, a su vez las pocas que emergen presentan hojas retorcidas, mal formadas y coloración predominantemente de color verde oscuro.

La eficiencia de control de este grupo químico varía con el contenido de materia orgánica y porcentaje de humedad (García Torres y Fernández-Quintanilla, 1991).

Acetoclor y metolaclor son los herbicidas de este grupo químico más utilizados en maíz. Actúan sobre malezas gramíneas aunque también tienen cierto control en latifoliadas de menor desarrollo. Es común en estos herbicidas el uso de protectores (safeners) para evitar la fototoxicidad en el cultivo.

2.4.2.1 Acetoclor

Actúa por contacto y se absorben principalmente por los brotes y raíces de malezas en germinación.

Es un producto no ionizable, moderadamente soluble en agua y poco volátil. Por lo tanto en condiciones normales, las pérdidas son mínimas tanto por lixiviación, volatilización, fotodescomposición y descomposición química.

En el país las formulaciones comerciales que se utilizan para maíz, vienen con diferentes tipos de safeners.

Es uno de los herbicidas preemergentes menos dependiente de una lluvia para su activación, tan solo con 5 a 10 mm caídos diez días posterior a la aplicación son suficientes (Etiqueta producto comercial).

La persistencia de este herbicida esta entre 8 a 10 semanas, siendo la biodegradación el principal factor de degradación.

En el suelo es adsorbido por la fracción coloidal, la cantidad adsorbida depende del contenido de materia orgánica y arcilla. Esto hace que la dosis a utilizar se debe ajustar en función del tipo de suelo (García Torres y Fernández-Quintanilla, 1991).

2.4.2.2 Metolaclor

Actúa por contacto y se absorben principalmente por los brotes de las malezas en germinación, mientras que la absorción radicular es de menor importancia y se produce más lentamente.

El metolaclor es moderadamente persistente teniendo una vida media de 15 a 70 días. Este herbicida tiene mayor efectividad cuando hay suficiente humedad en el suelo Según indica el membrete del producto.

Las principales vías de degradación del mismo son la biodegradación y la lixiviación. La velocidad de estos procesos dependen fuertemente del tipo de suelo, la temperatura, el contenido de humedad y la concentración de oxígeno. También en la superficie de los suelos la fotólisis directa participa en la remoción de este producto del suelo (García Torres y Fernández-Quintanilla, 1991).

2.4.3 Clopiralid

Este herbicida pertenece al grupo O del HRAC, conocido como “herbicidas hormonales”. Actúa como regulador del crecimiento, regulando la síntesis de proteína, la división y crecimiento celular.

Clopiralid es absorbido con facilidad a través de las raíces y hoja, siendo transportado por xilema y floema. Acumulándose en regiones con activo crecimiento, tales como meristemas y órganos en crecimiento. A pesar de ser aplicado al follaje al llegar al suelo queda disponible ya que es poco adsorbido por los coloides del suelo, lo que permite que el sistema radicular pueda absorberlo (Kogan y Pérez, 2003).

Su persistencia es moderada, siendo esta rara vez superior a los dos meses. Es muy efectivo para especies dicotiledóneas como las umbelíferas, poligonáceas, compuestas y leguminosas (García Torres y Fernández-Quintanilla, 1991)

2.4.4 Dicamba

Este herbicida pertenece al grupo químico del ácido benzoico, también dentro del grupo O del HRAC. Actúa como regulador del crecimiento interrumpiendo la elongación y división celular.

Su absorción es por raíces y hojas, presenta sistemia, su translocación se da vía xilema y floema. Presenta persistencia moderada que rara vez supera los sesenta días, su degradación en el suelo es principalmente por biodegradación, proceso que está influenciado por temperatura, acidez y humedad suelo, a su vez la degradación por fotólisis es muy lenta y por hidrólisis inexistente.

Controla eficazmente malezas dicotiledóneas tanto anuales como perennes debido básicamente a su capacidad de translocarse por floema (García Torres y Fernández-Quintanilla, 1991).

2.4.5 SureStart

Esta formulación comercial es la mezcla de tres principios activos (acetoclor, clopiralid y flumetsulan). Se puede usar tanto en preemergencia como postemergencia temprana del cultivo. Para el caso del uso en postemergencia el período de aplicación recomendado es hasta V6.

Esta mezcla controla un amplio espectro de malezas, tanto hojas anchas y gramíneas.

La concentración de cada principio activo es de 1,3 % para flumetsulan, 3,24 % para ácido clopyralid y 41.6 % para el caso de acetoclor.

El flumetsulan es una molécula que pertenece al grupo químico pirimidinas, se transloca por floema. Actúa tanto en forma pre como postemergente.

SureStart es un herbicida que puede ser utilizado en sustitución de la atrazina por la concentración de clopyralid y flumetsulan contenida en la formulación. Esta puede ser una opción válida en nuestro país teniendo en cuenta las limitaciones recientes en el uso de atrazina para el cultivo de maíz, que según la Resolución Ministerial 55/011, del 17 de enero del 2011, se fijó como dosis máxima permitida 1 Kg de atrazina por hectárea y por año.

2.4.6 2,4-D

Este es un herbicida de tipo hormonal perteneciente al grupo de los fenoxis, también dentro del grupo O del HRAC. Presenta sistemía, translocándose por xilema y floema.

La absorción del producto por parte de la planta se da a través de las hojas, tallos y raíces. Su degradación en el suelo se da por intermedio de lixiviación, fotólisis y microorganismos, en poco tiempo el mismo es degradado (10 a 15 días), dependiendo de las condiciones físicas, químicas del suelo y condiciones ambientales.

Presenta un efectivo control para malezas hoja ancha, es uno de los herbicidas más utilizados para el control de malezas hoja ancha en cultivos como trigo, cebada y maíz (García Torres y Fernández-Quintanilla, 1991).

2.4.7 Glifosato

Este herbicida pertenece al grupo G de la HRAC, su mecanismo de acción consiste en la inhibición de la síntesis de los aminoácidos aromáticos (fenilamina, tirosina, triptófano), lo cual altera la producción de proteínas y previene la formación de compuestos secundarios como la lignina.

Es un herbicida no selectivo, de acción foliar, sistémico dentro de la planta presentando translocación vía xilema y floema.

No presenta residualidad, ya que tiene muy baja a nula actividad en el suelo, que para fines prácticos es nula (Kogan y Pérez, 2003).

Su ingreso a la planta puede ser afectado desfavorablemente por lluvias, si estas ocurren en el transcurso de cuatro a seis horas posterior a la aplicación.

Los síntomas típicos producidos por este herbicida son detención del crecimiento y clorosis en las hojas, seguido de necrosis. Estos ocurren primeramente en el ápice y zonas meristemáticas (García Torres y Fernández – Quintanilla, 1991). Si bien el cese de crecimiento es inmediato (48 – 72 horas post aplicación), los síntomas se empiezan a observar a partir de los 15 – 30 días.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en el potrero 21 de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía, en el departamento de Paysandú. La estación se encuentra sobre la unidad de suelos San Manuel en la Formación Fray Bentos, predominando suelos como Brunosoles eutricos típicos y Solonetz melánicos.

La siembra fue realizada el 2 de setiembre del año 2011 sobre rastrojo de sorgo, se utilizó el híbrido de maíz KM 3601 MGRR de la empresa semillera KWS.

3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

El diseño fue de bloques completamente al azar, con 3 repeticiones de parcelas de 4 x 6 metros.

En el Cuadro 1 se describen los tratamientos en nombres comerciales y dosis utilizadas.

Cuadro No. 1. Descripción de tratamientos.

Tratamientos	Principio Activo y dosis (i.a/ha)	Nombre comercial	Dosis PC/ha
1	Glifosato 1080g	Roundup Full II	2 l
2	Glifosato 1080g+2,4D 288g+ Clopiralid 28,8 g	Roundup Full II + Amina Dow+ Lontrel	2l+0,6l+80cc
3	Glifosato 1080g+ 2,4D 288g+ Dicamba 38,4 g	Roundup Full II + Amina Dow+ Banvel	2l+0,6l+80cc
4	Glifosato 1080g+Atrazina 990g	Roundup Full II + Gesaprim	2l+1,1kg
5	Testigo		
6	Glifosato 1080g+Acetoclor 1610g	Roundup Full II+ Acenit 80	2l+2l
7	Glifosato 1080g+Metolacor 1152g	Roundup Full II+ Dual Gold	2l+1,2l
8	Glifosato 1080g+Metolacor 1536g	Roundup Full II+ Dual Gold	2l+1,6l
9	Glifosato 1080g+Acetoclor 840g+ Clopiralid 85,4g+Flumetsulan 26g	Roundup Full II+ SureStart	2l+2l
10	Glifosato 1080g+Acetoclor 1260g+ Clopiralid 128,1g+Flumetsulan 39g	Roundup Full II+ SureStart	2l+3l
11	Glifosato 1080+Atrazina 990g+ Acetoclor 1610g	Roundup Full II+ Gesaprim+ Acenit 80	2l+1,1Kg+2l

3.2 METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

El maíz se sembró a razón de 65000 semillas/ha, con distancia entre hileras de 70 cm. La fertilización fue de 130 kg/ha de 18-46 a la siembra, y 120 kg/ha de Urea cuando el cultivo se encontraba en estado fenológico de V6.

El cultivo antecesor fue sorgo, el barbecho químico comenzó 25 días previos a la siembra del maíz con una aplicación de 1,6 kg de eq.ác./ha de glifosato.

Al momento que el cultivo estaba en V5, se realizaron las aplicaciones el día 26 de octubre de 2011 utilizando una pulverizadora experimental presurizada a CO₂ a presión constante de 1,4 libras y un ancho operativo de 2 metros con un volumen de 100 litros de agua por hectárea. Las condiciones al momento de la aplicación fueron de 14.8° de temperatura, 72% de humedad relativa y 6 km/h de viento.

3.3 DETERMINACIONES

3.3.1 En el cultivo

Se determinó implantación del cultivo en V3, a partir del conteo de número de plantas /m lineal, 3 veces por tratamiento en forma aleatoria donde el cultivo estaba en plena competencia.

Se evaluó la materia seca del cultivo, ya que el mismo estaba destinado a silo de planta entera, esto fue realizado en grano lechosos, el 03/01/2012. Para esta determinación se tomaron 5 plantas en forma aleatoria por tratamiento cortando la planta de maíz al ras del suelo. Se secaron las muestras hasta alcanzar peso constante y fueron pesadas para la estimación de materia seca.

3.3.2 En la maleza

En el estado de V5 se realizó la estimación de cobertura de suelo por malezas utilizando un cuadro de 0,09 m² en forma aleatoria repitiendo la estimación 3 veces por parcela.

A los 7 y 15 días post aplicación de los tratamientos (03/11/2011 y 11/11/2011) se estimó el nivel de control, usando una escala subjetiva ALAM, con apreciación subjetiva de nivel de control, donde 0= correspondía al resultado sin control y 100= plantas muertas, esto fue realizado para las malezas más frecuentes que eran *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa colona*.

Previo a la cosecha, se evaluó el enmalezamiento residual, a partir de la estimación de la materia seca de malezas. Se usó el cuadro de 0,09 m² en forma aleatoria 3 veces por parcela. Luego de secadas las muestras se realizó la estimación de materia seca por especie, para las más frecuentes.

En el cuadro 2 se presenta el cronograma de estas evaluaciones.

Cuadro No. 2. Secuencia de estimaciones realizadas

Fecha	Días post-siembra	en Cultivo	en Maleza
09/10/11	37	Implantación y número de hoja/planta	
26/10/11	54		% cobertura
27/10/11	55	Aplicación herbicidas	
03/11/11	62		% control
11/11/11	70		% control
02/01/12	121		Enmalezamiento residual (materia seca)
03/01/12	122	Cosecha de plantas (materia seca)	

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron análisis de varianza con test de diferencias de medias según Tukey cuando fue necesario, para las variables de materia seca de maíz, materia seca de malezas e implantación, utilizando el programa del paquete estadístico SAS.

Para las variables de porcentaje de control a los 7 y 15 dpa, como los datos no presentaban una distribución normal, sino que presentaban una distribución asimétrica,

se usó para comparar los datos, la mediana. Siendo la mediana, aquel valor que deja el mismo número de datos antes y después de dicho valor.

A partir de los datos de control se confeccionó un ranking y se realizó el anova con los ranking, que representa el orden. En el método no paramétrico lo que importa es el orden de los datos, no tanto las magnitudes absolutas.

El uso de la mediana es el estadístico que tiene en cuenta el orden, mientras que la media se asocia más a la magnitud.

3.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL PERÍODO EXPERIMENTAL

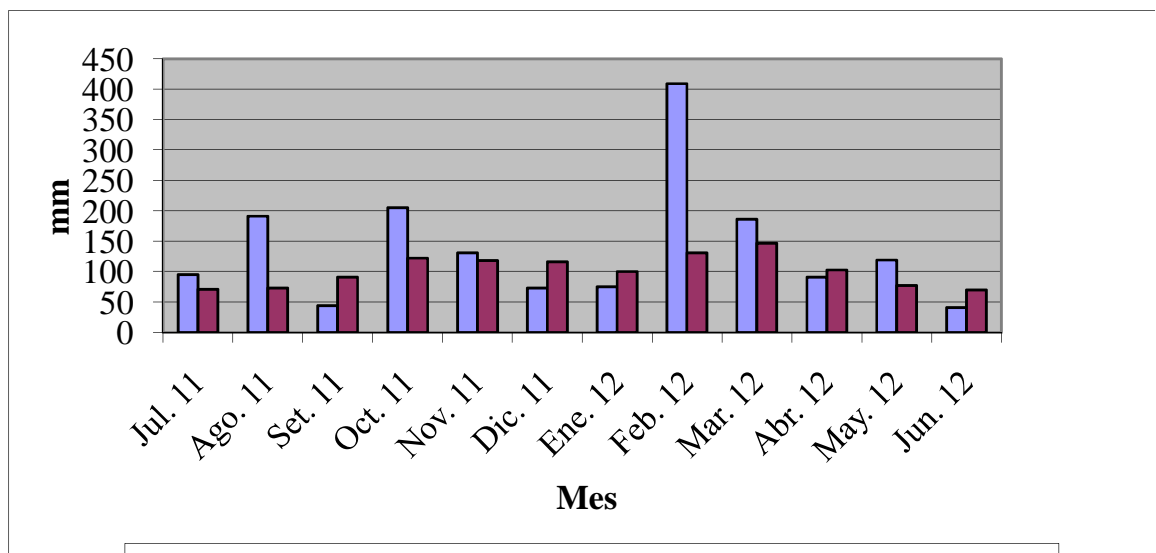


Figura No. 1. Precipitaciones del promedio histórico y promedio durante el periodo experimental.

Las condiciones climáticas durante el periodo experimental (setiembre 2011-enero 2012) fueron en términos generales similares al promedio histórico, excepto para el mes de setiembre, donde las precipitaciones fueron inferiores al promedio pudiendo explicar en cierta medida los problemas de implantación del cultivo.

Además el periodo crítico del cultivo (entorno a floración) acontecido en diciembre, transcurrió con déficit para las exigencias del cultivo, si bien este presenta necesidades hídricas para todo el ciclo similares a los otros cultivos de verano, en el

período crítico se diferencia del resto siendo mas exigente, presentando umbrales de crecimiento mayores (1,4 g/día/pl de acumulación de biomasa para que los granos sean viables), por lo tanto un déficit en este momento repercute de forma importante en el rendimiento ya que no acumula la biomasa necesaria para la fijación de granos.

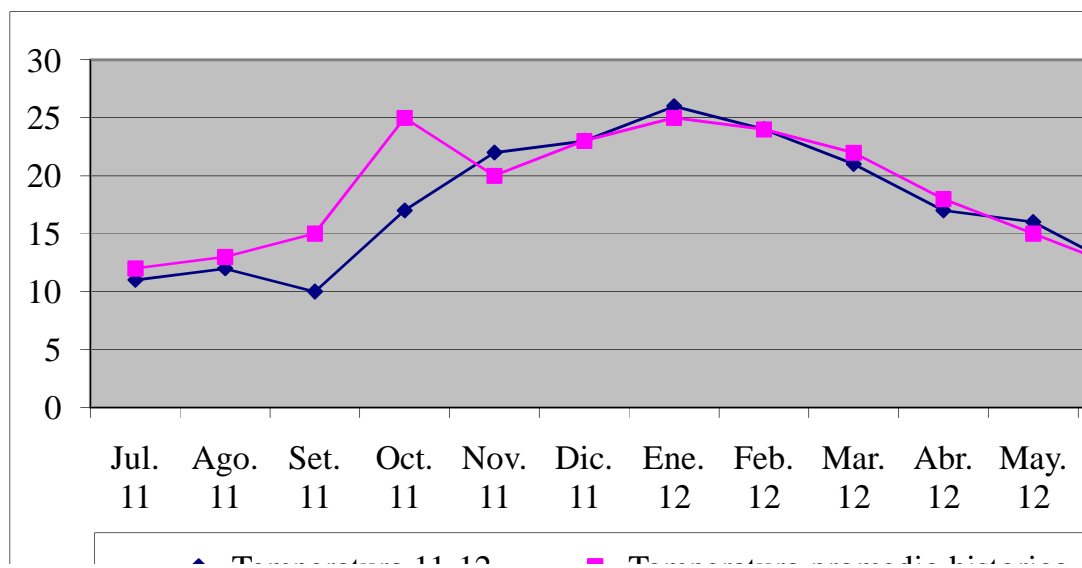


Figura No. 2. Temperatura promedio histórico y promedio durante el periodo experimental.

Para la temperatura no hubo grandes diferencias, con excepción de octubre, el cual fue un mes notoriamente frio con respecto al promedio.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN DEL ENMALEZAMIENTO Y DEL CULTIVO

Las principales especies de malezas encontradas en los tratamientos fueron: pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*), capín (*Echinochloa sp.*), sida (*Sida rhombifolia*), carnícera (*Conyza spp.*) y yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*).

Cabe destacar que el peso relativo de cada especie no fue el mismo, destacándose por sobre el resto capín y pasto blanco, determinando así un enmalezamiento básicamente gramíneo.

El enmalezamiento inicial fue moderado con un promedio de 25 % de suelo cubierto por malezas, los resultados de la estimación en ese momento permite verificar la homogeneidad del área experimental en relación al enmalezamiento, ya que no hubo diferencias significativas para este parámetro. Esto indica que las diferencias futuras en las variables estudiadas van a ser explicados, en su totalidad por los tratamientos realizados, considerando además que no se encontraron diferencias significativas en la implantación del cultivo (Cuadro No. 3).

Cuadro No. 3. Porcentaje de cobertura de malezas pre aplicación de los tratamientos e implantación del cultivo.

Tratamiento	% cobertura	Implantación (n°pl/m lineal)
Roundup Full II	21.7 A	3.6 A
RoundupFullIII+Amina Dow+Lontrel	12.9 A	3.6 A
Roundup Full II+Amina Dow+Banvel	20.4 A	4.0 A
Roundup Full II+Gesaprim	14.2 A	3.6 A
Testigo	28.8 A	4.0 A
Roundup Full II+Acenit 80	23.8 A	3.3 A
Roundup Full II+Dual Gold (1.2l)	19.6 A	4.3 A
Roundup Full II+Dual Gold (1.6l)	22.5 A	4.3 A
Roundup Full II+SureStart (2l)	24.2 A	4.0 A
Roundup Full II+SureStart (3l)	20.1 A	3.3 A
RoundupFullIII+Gesaprim+Dual Gold	22.9 A	3.3 A

4.2 EFECTO DE LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS HERBICIDAS EN EL CONTROL DE MALEZAS

4.2.1 Evaluación 7 días post aplicación

Como fuera comentado en el punto 3.4, debido a que los datos de esta evaluación eran de distribución asimétrica se utilizó la mediana para realizar el análisis a través de ranking, igualmente se colocaron en el Cuadro 4, los promedios de control.

Debido a que *Digitaria sanguinalis* fue controlada en un 100% para todos los tratamientos herbicidas, no estuvo sujeto de análisis estadístico para la evaluación a los 7 días post-aplicación. Esto indica la sensibilidad de la especie a la dosis de glifosato aplicada.

En *Conyza spp* los tratamientos, Roundup Full II + Amina Dow + Banvel, Roundup Full II + Gesaprim y Roundup Full II + Gesaprim + Acenit 80 fueron los que determinaron mejor control de la maleza, para los 7 días post aplicación, esto muestra que el Gesaprim es efectivo en la maleza, explicado por la efectividad de este herbicida a malezas de hoja ancha y para este caso puntual demostrando un aceptable control en postemergencia junto con Roundup Full II, mientras que también se destacó la Amina Dow + Banvel también explicado por su efectividad frente a malezas de este tipo.

Cuadro No. 4. Valores de media y mediana de control de *Conyza spp* y *Echinochloa colona*

TRATAMIENTOS	Estimación % control <i>Conyza spp</i>	Mediana control <i>Conyza spp</i>	Estimación % control <i>Echinochloa colona</i>	Mediana control <i>Echinochloa colona</i>
Roundup Full II	5,5	10 C	7.7	80 AB
Roundup Full II+Amina Dow+Lontrel	20.7	30 AB	3.9	70 AB
Roundup Full II+Amina Dow+Banvel	23,3	45 A	12.2	90 AB
Roundup Full II+Gesaprim	24,8	40 A	6.8	70 AB
Roundup Full II+Acenit 80	9,8	10 BC	15.0	100 A
Roundup Full II+Dual Gold (1.2l)	15,5	15 ABC	17.7	100 A
Roundup Full II+Dual Gold (1.6l)	5,5	10 C	15.9	100 AB
Roundup Full II+SureStart (2l)	12,8	20 ABC	12.3	100 AB
Roundup Full II+SureStart (3l)	10,5	15 BC	20.6	100 A
Roundup Full II+Gesaprim+Acenit 80	26.4	45 A	3.5	50 B

Los peores resultados se observaron para la aplicación de Roundup Full II solo o en mezcla con un graminicida (Acenit 80 o Dual Gold), para el caso de *Conyza spp*, algo esperable ya que estos herbicidas no tienen control frente a malezas de hoja ancha, entonces el control quedó explicado únicamente por el Roundup Full II (herbicida amplio espectro), pero siendo esta una maleza tolerante a este herbicida, el control termina siendo muy pobre.

Mientras tanto se observa la particularidad que aún sin diferencias estadísticas, tanto el Roundup Full II + Dual Gold y Roundup Full II + SureStart a la mayor dosis estos últimos el control es peor, esto puede ser un indicio de la existencia de antagonismo de estos herbicidas con el Roundup Full II, lo que hace menos efectiva la aplicación. Vale destacar que Ernst y Ferrari (2012) encontraron un peor comportamiento en la maleza para la aplicación de SureStart en la dosis de 4l/ha, comparada a la de 3l/ha, aplicado en preemergencia y como único herbicida.

En cuanto a *Echinochloa colona*, estadísticamente existen diferencia entre los tratamientos. Se observa un peor comportamiento del tratamiento Roundup Full II + Gesaprim + Acenit 80, pudiéndose explicar por antagonismo del graminicida y/o el

Gesaprim frente al Roundup Full II, siendo este último el principal herbicida para el control de esta maleza en postemergencia, mientras tanto los mejores resultados para el control de esta se dieron con los tratamientos Roundup Full II+Acenit 80, Roundup Full II+Dual Gold (1,2l) sin embargo cuando se aumento la dosis de Dual Gold tuvo un peor comportamiento, esto se puede deber al antagonismo anteriormente mencionado por parte del graminicida. Además el tratamiento Roundup Full II+SureStart (3l) presentó el mejor resultado.

Referente al antagonismo, Tharp y Kells (2002) no encontraron problemas con el uso de mezclas en tanque de glifosato con metolaclor ni acetoclor. Sus resultados indicaron que la aplicación de herbicidas residuales mezclados con glifosato a dosis completas (1,4 kg i.a/ha para metolaclor y 1.8 kg i.a/ha para acetoclor) siempre presentaron mejor control sobre *Echinochloa spp.* que cuando fueron aplicados a mitad de dosis.

En cuanto al posible antagonismo entre atrazina y glifosato, Stahlman y Phillips, citados por Bradley et al. (2000) encontraron antagonismo entre estos dos productos, bajando la efectividad del glifosato en el control de malezas, debido a los ingredientes inertes de la atrazina. Mientras que Bradley et al. (2000), explican este antagonismo por los cationes presentes en el agua.

Harker y Dekker (1988), mencionan la existencia de antagonismo entre glifosato y atrazina, explicado por la baja temperatura ambiente, de 10°C, en nuestro caso, la temperatura el día de aplicación fue levemente superior a los que refiere los autores.

Por otra parte Tharp y Kells (1998), también encontraron reducciones en la efectividad del glifosato mezclado con atrazina, pero para valores de temperatura ambiente inferior o igual a 22°C.

Thelen et al. (1995), mencionan que para reducir el antagonismo antes nombrado, se puede agregar adyuvante tensoactivo organosiliconado, este aumenta la efectividad del glifosato mediante la disminución de la tensión superficial sobre las hojas.

O'Sullivan et al. (1981) alude al sulfato de amonio como otra opción para disminuir el antagonismo y así aumentar la efectividad del glifosato.

4.2.2 Evaluación 15 días post aplicación

En esta fecha todos los tratamientos habían controlado eficientemente *Echinochloa colona*, por ello no fue posible realizar análisis estadístico, el control fue de 100% al igual que para *D. sanguinalis*. La diferente velocidad de control de ambas especies gramíneas podría llegar a ser explicado por el diferente grado de sensibilidad de las malezas.

En *Conyza* spp, los controles son deficientes (Cuadro 5), no alcanzando valores superiores al 30% en promedio de control en ninguno de los tratamientos, considerando además que la escala de la EWRS (European Weed Research System) considera como valor mínimo aceptable, 87,5 (Aguilar et al., 2003).

Igualmente, considerando estos valores de control podemos decir que los mejores tratamientos fueron Roundup Full II + Amina Dow + Banvel, Roundup Full II + Gesaprim, Roundup Full II+Gesaprim+ Acenit 80, se puede concluir que las aplicaciones de Roundup Full II potenciado con hormonales como lo son Amina Dow y Banvel y también la compañía de atrazina mejora la eficiencia de control para esta maleza, estos controles se basan principalmente en su acción postemergente ya que evaluaciones 15 días post aplicación no permiten observar efecto residual de estas aplicaciones para evaluar el control de esta.

Cuadro No. 5. Valores de media y mediana de control de *Conyza* spp y *Sida rhombifolia*

Tratamiento	Estimacion % control <i>Conyza</i> <i>spp.</i>	Mediana control <i>Conyza</i> <i>spp.</i>	Estimacion % control <i>Sida</i> <i>rhombifolia</i>	Mediana control <i>Sida</i> <i>rhombifolia</i>
Roundup Full II	5,5	10 C	X	X
Roundup Full +Amina Dow+Lontrel	20,6	45 AB	X	X
Roundup Full II+Amina Dow+Banvel	23,3	30 A	0,6	32,5 A
Roundup Full II+Gesaprim	24,8	50 A	6,8	85,0 A
Roundup Full II+Acenit 80	9,83	20 BC	X	X
Roundup Full II+Dual Gold	15,5	30 ABC	X	X
Roundup Full II+Dual Gold	5,5	10 C	X	X
Roundup Full II+SureStart	12,8	40 ABC	3,6	55,0 A
Roundup Full II+SureStart	10,5	40 BC	5,8	60.0 A
Roundup Full II+ Gesaprim+Acenit 80	26,3	50 A	X	X

X: ausencia de maleza en las parcelas correspondientes a esos tratamientos

Para el caso de *Sida rhombifolia*, también los controles son muy pobres y entre los tratamientos que se pudo evaluar por estar presente, no hubo diferencias significativas entre ellos.

4.3 ENMALEZAMIENTO RESIDUAL (MATERIA SECA DE MALEZAS A COSECHA)

Primero se presentan las cantidades de las especies principales que como fuera comentado en el enmalezamiento inicial era de *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa colona*, luego se presenta el total de gramíneas y la materia seca total de malezas.

La cantidad de materia seca de *Digitaria sanguinalis* en el testigo es altamente superior (63.4g/m^2), lo que da más de 600 Kg de malezas a la cosecha, este resultado era esperable, ya que no recibió tratamiento herbicida más allá de la siembra. Los tratamientos Roundup Full II +Gesaprim, Roundup Full II+Dual Gold (1,2l), Roundup

Full II+Dual Gold (1,6l), Roundup Full II+SureStart (2l), Roundup Full II+SureStart (3l), Roundup Full II+Gesaprim+Acenit muestran los mejores resultados y difieren del testigo. Es de destacar que para los herbicidas SureStar y Dual Gold no hubo efecto del aumento de la dosis.

Cuadro No. 6. Materia seca (g/m^2) *Digitaria sanguinalis* a los 70 días post aplicación

Tratamiento	g/m^2
Roundup Full II	24,6 AB
Roundup Full +Amina Dow+Lontrel	15,9 AB
Roundup Full II+Amina Dow+Banvel	21,5 AB
Roundup Full II+Gesaprim	6,20 B
Testigo	63,4 A
Roundup Full II+Acenit 80	15,1 AB
Roundup Full II+Dual Gold	12,0 B
Roundup Full II+Dual Gold	8,0 B
Roundup Full II+SureStart	1,3 B
Roundup Full II+SureStart	3,9 B
Roundup Full II+ Gesaprim+Acenit 80	4,5 B

Tratamientos con distinta letra difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

Estos mejores resultados para los tratamientos antes mencionados eran de esperar y se explica por la presencia de principios activos especializados en el control de gramíneas, con residualidad como lo son las Cloroacetamidas con la excepción del tratamiento Roundup Full II+Gesaprim que a pesar de no ser un graminicida como tal, Cepeda et al. (2009) encontraron un control efectivo en gramíneas anuales cuando la atrazina se potencia con el glifosato, al igual ocurrió en este experimento para el caso de *Digitaria sanguinalis*. También es de destacar que, post aplicación la emergencia de esta maleza fue disminuyendo significativamente, explicado por la emergencia temprana de la misma.

Otra posible explicación a este resultado es que la residualidad del Gesaprim como preemergente haya mantenido inhibido los futuros flujos de esta especie hasta la cosecha.

Los tratamientos en mezcla con herbicidas hormonales (Roundup Full II+Amina Dow+Lontrel, Roundup Full II+Amina Dow+Banvel) no tuvieron tan buen control para

esta maleza, no difirieron del testigo, podemos decir que agronómicamente tuvieron un control aceptable, con porcentajes de control comparados al testigo de 125%, 134% respectivamente.

Estos resultados se explican por la no residualidad de los herbicidas, si bien alguno de ellos presenta residualidad no es efectiva para la gramínea, el control de la gramínea es realizado solo por el Roundup Full II el cual no tiene residualidad. Por ello el mayor enmalezamiento a la cosecha se asocia a la falta de residualidad de estos tratamientos en las gramíneas, permitiendo la ocurrencia de nuevos flujos de emergencias.

Cabe destacar que el tratamiento Roundup Full II + Acenit 80 no tuvo la residualidad esperada, ya que si bien fue eficiente en el control no mantuvo el control hasta la cosecha. Este resultado fue contrario a los resultados obtenidos por Castellanos y Orcasberro (2001), quienes obtuvieron buenos controles de *D. sanguinalis* con acetoclor pero en preemergencia y con dosis más elevadas, de 2.5 l/ha.

Para el caso de *Echinochloa colona*, se puede concluir que cualquier tratamiento herbicida es efectivo en comparación con el testigo. Era de esperar un mejor control residual de *Echinochloa colona* por parte de los tratamientos con cloracetamidas, sin embargo no sucedió. Esto se explica principalmente porque la residualidad de estos herbicidas no fue suficiente para cubrir hasta el periodo de mayor flujo de emergencia de la maleza, el cual según Cairus y Beceiro (1999) se da sobre fin de primavera, en noviembre y diciembre, por lo tanto el único control realizado es el aportado por el Roundup Full II al momento de la aplicación.

Cuadro No. 7. Materia seca *Echinochloa colona*

Tratamiento	g/m ²
Roundup Full II	6,6 B
Roundup Full II+ Amina Dow+Lontrel	11,8 B
Roundup Full II+ Amina Dow+Banvel	19,9 B
Roundup Full II+Gesaprim	0,9 B
Testigo	40,4 A
Roundup Full II+Acenit 80	5 B
Roundup Full II+Dual Gold	17,5 B
Roundup Full II+Dual Gold	8,6 B
Roundup Full II+SureStart	12,9 B
Roundup Full II+SureStart	6,2 B
Roundup Full II+Gesaprim+ Acenit 80	4,5 B

Tratamientos con distinta letra difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

Al considerar ambas gramíneas juntas en el parámetro materia seca de gramíneas el peor resultado lo tiene el tratamiento sin herbicida (testigo), para el resto de los tratamientos no hay diferencia significativa (Cuadro 8).

Se esperaba que los mejores resultados fueran para los tratamientos mezclas con cloracetamidas, por la residualidad de estos en el control de gramíneas, pero no fue así, y probablemente esto se explica por el comportamiento en *E. colona*, su emergencia tardía no permitió un control prolongado hasta la cosecha, determinando un comportamiento similar a los herbicidas no residuales para el control de esta maleza. Considerando los datos de precipitaciones se descarta la posibilidad de una desfavorable activación de los herbicidas, ya que el suelo ya se encontraba con humedad suficiente, hubo lluvias de 75 mm y 10 mm, 15 y 4 días antes de la aplicación, además 8 días post aplicación, llovieron 34 mm. Tampoco se puede adjudicar pérdidas por lixiviación ya que no hubo lluvias copiosas luego de la aplicación.

Para el herbicida SureStart, se observó una tendencia de mayor residualidad de la dosis mayor respecto a los 2l/ha. Mientras tanto Ernst y Ferrari (2012), encontraron un peor comportamiento para el control de gramíneas, cuando la dosis fue de 4l/ha, respecto a la dosis de 3l/ha.

Cuadro No. 8. Materia seca total de gramíneas y malezas totales a cosecha.

Tratamiento	g/m ² gramíneas	g/m ² total malezas	Control total respecto al testigo (%)
Roundup Full II	27.2 B	34,0 B	77.9
Roundup Full II+Amina Dow+Lontrel	27.8 B	28.2 B	81.7
Roundup Full II+Amina Dow+Banvel	41.4 B	42,8 B	72.2
Roundup Full II+Gesaprim	7.40 B	7.60 B	95
Testigo	103.8 A	154.2 A	--
Roundup Full II+Acenit 80	7.70 B	18.8 B	87.8
Roundup Full II+Dual Gold(1.2l)	29.5 B	37.9 B	75.4
Roundup Full II+Dual Gold(1.6l)	16.6 B	24.2 B	84.3
Roundup Full II+SureStart(2l)	16.1 B	19.8 B	87.2
Roundup Full II+SureStart(3l)	10.1 B	12.5 B	91.9
Roundup Full II +Gesaprim+Acenit	5.30 B	5.30 B	96.5

Tratamientos con distinta letra difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

En el cuadro también se muestra la cantidad y significancia de cada tratamiento para el total de malezas a cosecha. Es decir, se incluyen tanto las gramíneas como también el resto de las malezas (*Sida rhombifolia* y *Conyza* spp. y otras) que no representaban a priori un enmalezamiento representativo para estudiar.

Para esta variable, se observa que solo existen diferencias significativas para el tratamiento testigo, mostrando el peor comportamiento para la variable analizada. Los restantes tratamientos no presentaron diferencias entre sí.

En esta variable era de esperar un mejor resultado de los tratamientos que combinan herbicidas de hoja ancha y gramíneas, como el tratamiento Roundup Full II + Gesaprim + Acenit 80 y Roundup Full II + SureStart. Aunque es de destacar que en términos absolutos de enmalezamiento, se destacan los tratamientos Roundup Full II + Gesaprim + Acenit 80 y Roundup Full II + Gesaprim que presentan los niveles más bajos.

Castellanos y Orcasberro (2001) encontraron controles deficientes en *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa colona* en tratamientos con atrazina, a los 61 dpa el enmalezamiento de estos tratamientos eran similares al testigo sucio, siendo *Digitaria sanguinalis* la maleza que predominaba en el testigo sucio sin embargo, en la

evaluación a cosecha, el tratamiento con atrazina (3l) aplicado preemergencia fue el de mejor comportamiento, siendo igual que el testigo limpio.

4.4 MATERIA SECA DE MAÍZ

Los resultados de la materia seca indican diferencia significativa entre tratamientos. Los tratamientos Roundup Full II+Gesaprim y Roundup Full II+Dual Gold(1,6l) son los de mejor resultado, mientras que los tratamientos Roundup Full II+Amina Dow+Banvel y Testigo son los de peor resultado, respecto a los mejores. Mientras tanto el resto de los tratamientos presentaron un comportamiento intermedio.

Cuadro No. 9. Materia seca de maíz (Kg/5 plantas)

Tratamiento	Kg/5pl
Roundup Full II	0.38 AB
Roundup Full II+ Amina Dow+Lontrel	0.36 AB
Roundup Full II+ Amina Dow+Banvel	0.29 BC
Roundup Full II+Gesaprim	0.4 A
Testigo	0.26 C
Roundup Full II+Acenit 80	0.38 AB
Roundup Full II+Dual Gold(1.2l)	0.39 AB
Roundup Full II+Dual Gold(1.6l)	0.4 A
Roundup Full II+SureStart(2l)	0.35 ABC
Roundup Full II+SureStart(3l)	0.37 AB
Roundup Full II+ Gesaprim+Acenit 80	0.37 AB

Tratamientos con distinta letra difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

Para esta variable era esperable que no hubieran diferencias significativas entre tratamientos excepto el testigo, porque en el control total de malezas no las hubo, pero finalmente se encontraron diferencias a favor del tratamiento Roundup Full II+Gesaprim y Roundup Full II+Dual Gold, lo cual puede ser consecuencia del mayor control de estos tratamientos en la maleza predominante *Digitaria sanguinalis*. En el tratamiento Roundup Full II+ SureStart si bien también fue efectivo en esa especie, no se reflejó en el rendimiento.

Esta diferencia de control para el tratamiento Roundup Full II+SureStart puede estar explicada por dos factores, debido al tiempo de acción del herbicida sobre la

maleza, es decir lo que tarda en controlar la maleza y/o la posibilidad de que este herbicida genere cierta fitotoxicidad en el cultivo, no provocando una respuesta clara en el rendimiento. Es importante, destacar que la aplicación de este producto fue realizada a la dosis recomendada y dentro de la ventana de aplicación recomendada por el fabricante.

Además se puede inferir, que si bien no existió diferencia significativa entre tratamientos en el control de malezas a fin de ciclo, si pudo existir al momento del periodo crítico de competencia de estas frente al cultivo, por esto los tratamientos que mejor se comportaron en este período son los que determinaron mayor rendimiento.

Cepeda et al. (2003), define el periodo crítico de competencia dependiendo de las malezas existentes en el cultivo. Dándose el máximo periodo de competencia cuando el enmalezamiento esta compuesto conjuntamente por gramíneas y latifoliadas a partir de la sexta u octava hoja. Mientras que en el caso de predominar gramíneas como malezas, este periodo se reduce a V4.

Para el caso de este experimento que existió predominancia de malezas gramíneas (Figura 3) se puede tomar como periodo critico de competencia el momento en que el cultivo se encontraba en V4.

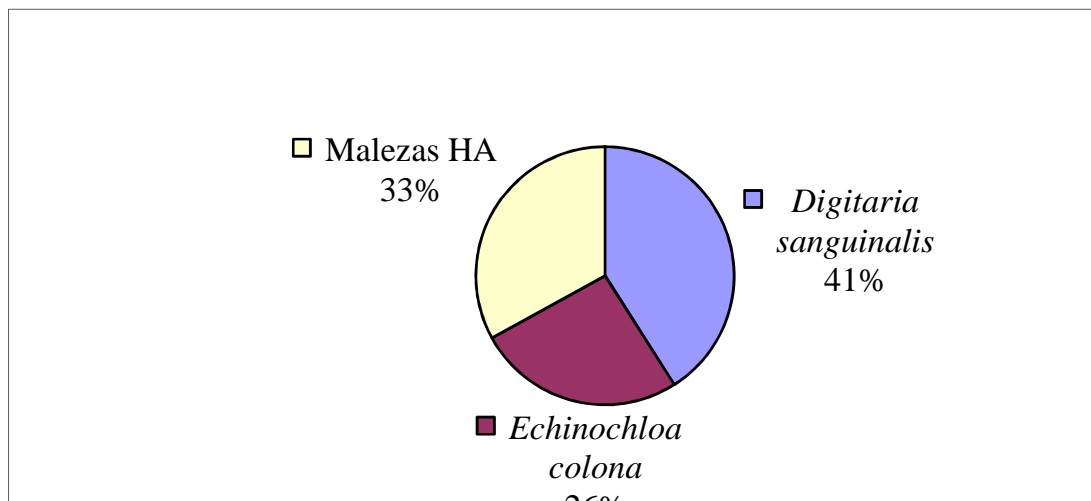


Figura No. 3. Proporción del enmalezamiento en las parcelas testigo.

Se puede constatar claramente la tendencia de enmalezamiento de la chacra si no hubiese control con herbicidas. Este muestra claramente la predominancia de especies gramíneas con respecto a la malezas de hoja ancha (67% vs 33%). Además cabe destacar la predominancia de *Digitaria sanguinalis* dentro de las gramínea

En la figura 4 se ilustra la relación del rendimiento del cultivo con la presencia malezas totales para cada tratamiento.

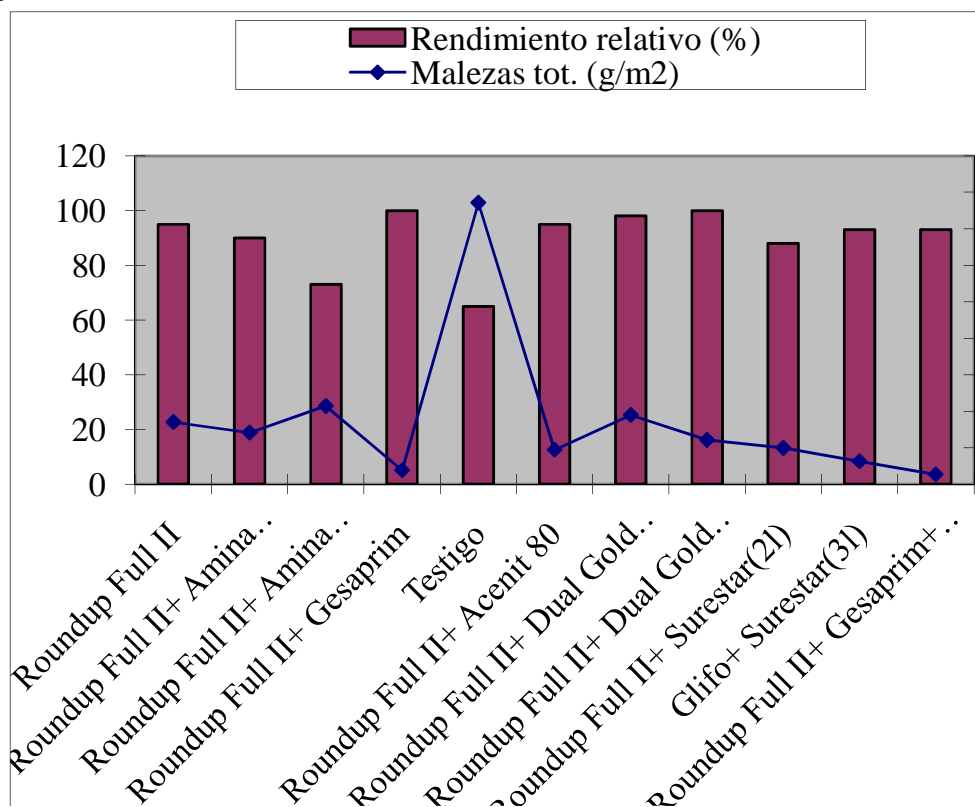


Figura No. 4. Rendimiento relativo y malezas totales de cada tratamiento.

Se aprecia en la Figura 5 que las diferencias entre gramíneas y malezas de hoja ancha son mayores que en los tratamiento testigo (ver diferencias significativas en cuadro No. 8 y 9), esto se debe al control ejercido por los herbicidas aplicados en postemergencia, y a una pobre reinfestación de malezas de este tipo respecto a gramíneas, explicado por un buen control de los residuales para el control de este tipo de malezas y quizás por un menor banco de semillas de estas malezas en el el área experimental.

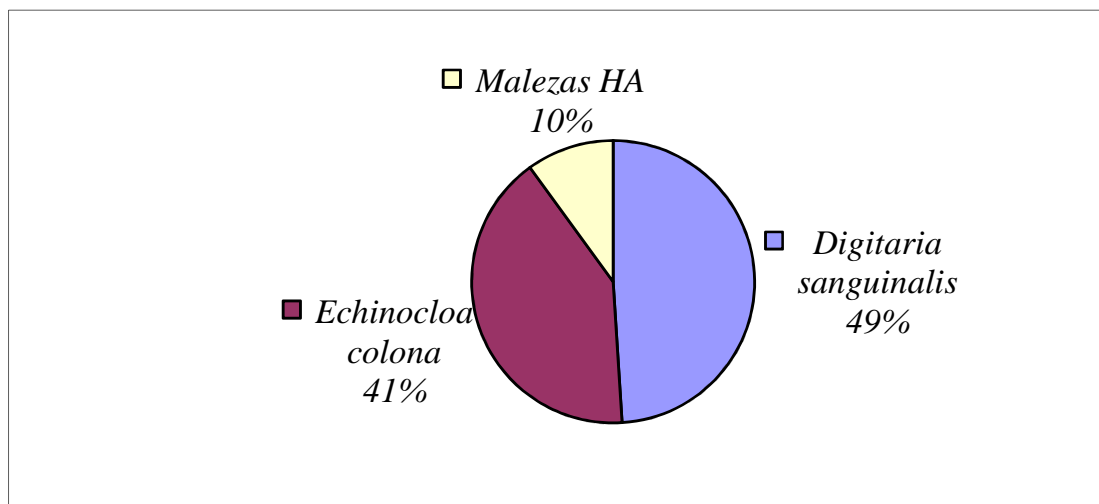
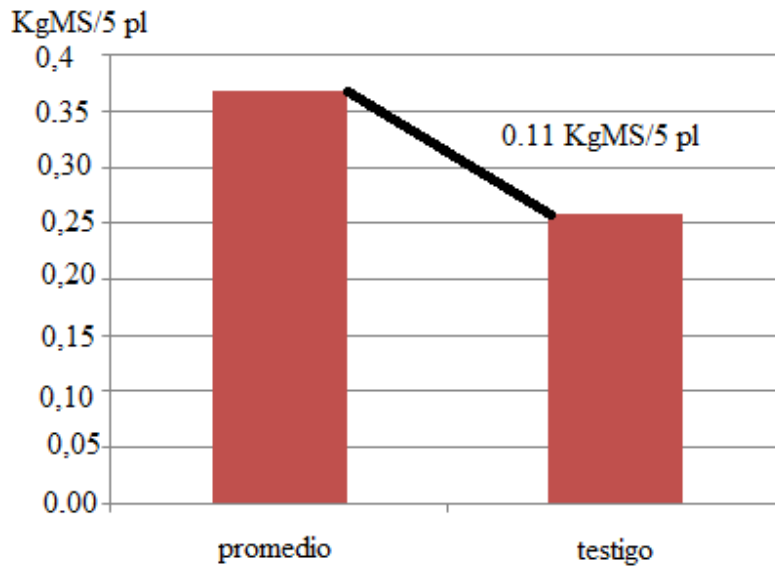


Figura No. 5. Proporción de malezas de los tratamientos sin contabilizar el testigo.

En lo respectivo a gramíneas se observa que tanto *Digitaria sanguinalis* como *Echinochloa colona* tienen similar proporción en los tratamientos. Esto evidencia que el control de *E. colona* no fue muy satisfactorio. Ya que cuando no se controló (Figura 3) en proporción era la de menor importancia, y ahora en los tratamientos aplicados toma una importancia considerable junto con *D. sanguinalis*, lo que deja ver el pobre control respecto a las otras malezas.

En la Figura 6, se observa que el promedio de rendimiento de los tratamientos aplicados superó al testigo, es decir que hubo respuesta en materia seca por el control de malezas y determinó un aumento de 0,11 kg de materia seca cada 5 plantas, este dato llevado a la hectárea, corresponde a un aumento de 1430 kg por hectárea para un cultivo con 65000pl/ha, lo que muestra la importancia del control de malezas en lo que refiere a rendimiento de maíz.

Considerando la evaluación de INIA- INASE, donde los rendimientos de materiales para silo son de 10 toneladas de materia seca/ha, podemos alegar que si bien los rendimientos logrados en estas condiciones fueron bien inferiores, el control de malezas es de gran importancia por las pérdidas que estas determinan en el rendimiento.



Gráfica No. 6. Rendimiento de Maíz (kg/MS) promedio de los tratamientos herbicidas vs Testigo no aplicado.

5. CONCLUSIONES

El enmalezamiento inicial fue moderado a alto, con un promedio de 25 % de suelo cubierto por malezas. Siendo básicamente gramíneo, siendo más frecuentes las especies *Echinochloa colona* y *Digitaria sanguinalis*.

El glifosato controló excelentemente las gramíneas presentes en el experimento. En *Conyza* spp. los controles fueron muy pobres, y ninguno de los herbicidas adicionados al glifosato permitió una mejora sustantiva en el control.

Los herbicidas residuales no aportaron a la disminución del enmalezamiento a cosecha.

Los mejores resultados en materia seca de maíz se obtuvieron para los tratamientos Roundup Full II + Gesaprim y Roundup Full II + Dual Gold (1,6l). El testigo determinó una reducción de 35% en materia seca con respecto a los mejores tratamientos y de 19,5 % respecto al promedio de los tratamientos. Esto representa una diferencia de rendimiento de 1820 y 1430 Kg MS/ha, respectivamente.

6. RESUMEN

El experimento fue conducido en la Estación Experimental Mario Cassinoni ubicado en el departamento de Paysandú, en la primavera – verano 2011 – 2012. El objetivo fue evaluar distintas opciones herbicidas aplicadas en postemergencia en el control de malezas, para un cultivo de maíz resistente al glifosato. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron: T1: Roundup Full II 2l/ha ; T2 Roundall Full II 2l/ha + Amina Dow 0,6l/ha + Lontrel 80 cc/ha ; T3: Roundall Full II 2l/ha + Amina Dow 0,6l/ha + Banvel 80 cc/ha ; T4: Roundup Full II 2l/ha + Gesaprin 1,1 kg/ha ; T5: Testigo ; T6: Roundup Full II 2l/ha + Acenit 80 2l/ha ; T7: Roundup Full II 2l/ha + Dual Gold 1,2 l/ha ; T8: Roundup Full II 2l/ha + Dual Gold 1,6 l/ha ; T9: Roundup Full II 2l/ha + SURESTART 2l/ha ; T10: Roundup Full II 2l/ha + SURESTART 3l/ha ; T11: Roundup Full II 2l/ha + Gesaprin 1,1 kg/ha + Acenit 80 2l/ha. Las determinaciones a nivel de malezas fueron a los 7 y 15 dpa y al momento de la cosecha. Se determinó nivel de control usando una escala subjetiva de porcentaje del 0 al 100, donde 0 = sin control y 100 = planta muerta. Previo a la cosecha se evaluó el enmalezamiento residual a partir de la estimación de la materia seca de la maleza presente. En el maíz se determinó implantación y rendimiento en materia seca. El enmalezamiento fue básicamente gramíneo, predominando *Echinochloa colona* y *Digitaria sanguinalis*. A los 7 días post- aplicación, el control de *Digitaria sanguinalis* fue de 100% en todos los tratamientos herbicidas evaluados, mientras que para *Echinochloa colona*, este nivel de control se alcanzó a los 15 dpa. En *Conyza* spp. los controles fueron deficientes y ninguno de los herbicidas adicionados al glifosato logró mejoras en el control. En el enmalezamiento residual total no existió diferencias significativas entre los tratamientos herbicidas. En la materia seca de maíz, los incrementos entre controlar y no controlar arrojaron diferencias significativas, presentando incrementos a favor de los tratamientos herbicidas desde 112 hasta 153% respecto al testigo sin controlar. Para los tratamientos herbicidas se destacaron Roundup Full II 2l/ha + Gesaprin 1,1 kg/ha y Roundup Full II 2l/ha + Dual Gold 1,6 l/ha siendo superiores al resto.

Palabras clave: Maíz RR; Herbicidas postemergentes.

7. SUMMARY

This study consisted of an experiment installed in the experimental station Mario Cassinoni located at the department of Paysandú, carried out in the spring - summer 2011-2012. The objective was to evaluate different herbicides options applied post emergence for weed control in to a glyphosate resistant corn crop. The experimental design was a randomized complete block with a total of three blocks and 11 treatments (T1: Roundup Full II 2l/ha ; T2 Roundall Full II 2l/ha + Amina Dow 0,6l/ha + Lontrel 80 cc/ha ; T3: Roundall Full II 2l/ha + Amina Dow 0,6l/ha + Banvel 80 cc/ha ; T4: Roundup Full II 2l/ha + Gesaprin 1,1 kg/ha ; T5: Testigo ; T6: Roundup Full II 2l/ha + Acenit 80 2l/ha ; T7: Roundup Full II 2l/ha + Dual Gold 1,2 l/ha ; T8: Roundup Full II 2l/ha + Dual Gold 1,6 l/ha ; T9: Roundup Full II 2l/ha + SureStart 2l/ha ; T10: Roundup Full II 2l/ha + SureStart 3l/ha ; T11: Roundup Full II 2l/ha + Gesaprin 1,1 kg/ha + Acenit 80 2l/ha). Determinations at weeds were in three dates, corresponding to 7 and 15 dpa and harvest time, in the first two cases was determined the level of control using a subjective scale of 0 to 100 percent, where 0 = no control and 100 = dead plant. Preharvest weed growth was evaluated from the residual dry matter estimation of the weeds present. At the crop was determined the implantation and dry matter yield. Gramineous weed were predominant, *Digitaria sanguinalis* and *Echinochloa colona* were the most important ones,. At 7 days post application, *Digitaria sanguinalis* control was 100%, for all herbicide treatments evaluated, while for *Echinocloa colona*, this level of control was attained at 15 dpa. In *Conyza spp.* controls were deficient and no one of the added herbicide to glyphosate improved control. In total residual weed growth there was no significant difference between the herbicide treatments. About dry matter of corn, the increments between control or not to control show significant differences, the differences in control are between 112 to 153% for herbicide treatments compared to the untreated control. The highlighted herbicide treatments were Roundup Full II 2l/ha + Gesaprin 1,1 kg/ha and Roundup Full II 2l/ha + Dual Gold 1.6 l / ha being superior to the rest.

Key words: *Zea mays*; Postemergent weed killers.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR, C.; AGUILAR, I., MICHEL, A. 2003. Control post emergente de malezas en maíz y su rentabilidad económica. Iguala de la Independencia, Guerrero, México. Consejo Superior Agropecuario. pp. 72-81.
2. BECEIRO, J.; CAIRUS, E. 1999. Estudios de biología en una comunidad de especies de malezas estivales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 47 p.
3. BOSNIC, A.C.; SWANTON, C.J. 1997. Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crus-gali*) time of emergence and density on corn (*Zea mays*). *Weed Science*. 45:276-282.
4. BRADLEY, P.R.; JOHNSON, W.G.; SMEDA, R.J. 2000. Response of sorghum (*Sorghum bicolor*) to atrazine, ammonium sulfate, and glyphosate. *Weed Technology*. 14:15-18.
5. CASH DURAN, R.; ROSSINI MARTÍNEZ, P. R. 2011. Evaluación de distintas opciones herbicidas en el control de malezas en un cultivo de maíz de segunda bajo la modalidad de siembra directa en condiciones de presencia-ausencia de rastrojo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 54 p.
6. CASTELLANOS ECHEBERRIA, I.C.; ORCASBERRO VARELA, M.S. 2001. Efecto del rastrojo y de diferentes tratamientos herbicidas en el rendimiento del maíz (*Zea mays*) en cero laboreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 70 p.
7. CEPEDA, S.; ROSSI, A. 2003. Manejo y control de malezas en maíz. Buenos Aires, INTA Pergamino. pp. 172-175.
8. FICKETT, N.; BOERBOOM, C.; STOLTENBERG, D. 2013. Predicted corn yield loss due to weed competition prior to postemergence herbicide application on Wisconsin farms. *Weed Technology*. 27:54-62.
9. FREYSSINET, G. 2003. Herbicide-resistant transgenic crops a benefit for agriculture. *Phytoparasitica*. 31:105-107.
10. GANTOLI, G.; RUEDA AYALA, V.; GERHARDS, R. 2013. Determination of the critical period for weed control in corn. *Weed Technology*. 27:23-61.

11. GARCIA TORREZ, L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas; familia de herbicidas IV. Herbicidas con actividad foliar y a través del suelo. Madrid, Mundi-Prensa. 352 p.
12. GIMENEZ, A.; RIOS, A. 1992. Malezas en girasol. Montevideo, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 25).
13. GREEN, J. M. 2007. Review of glyphosate and ALS-inhibiting herbicide crop resistance and resistant weed management. *Weed Technology*. 21:547-558.
14. _____. 2009. Evolution of glyphosate-resistant crop technology. *Weed Science*. 57:108-117.
15. HARKER, K. N.; DEKKER, J. D. 1988. Temperature effects on translocation patterns of several herbicides within quackgrass (*Agropyron repens*). *Weed Science* 36: 545-552.
16. KOGAN, M.; PEREZ, A. 2003. Herbicidas; fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile. 333 p.
17. MAUN, M. A.; BARRET, C. H. 1986. The biology of Canadian weeds. *Plant Science*. 66:739-759.
18. LINDSEY, L.; EVERMAN, W.; CHOMAS, A.; KELLS, J. 2012. Evaluation of application program and timing in herbicide-resistant corn. *Weed Technology*. 26:617-621.
19. O'SULLIVAN, P. A.; O'DONOVAN, J. T. 1980. Interaction between glyphosate and various herbicides for broad-leaved weed control. *Weed Research*. 20:255-260.
20. PAPA, J. C. M. 2004. Malezas tolerantes y resistente a herbicidas. Santa Fé, INTA Oliveros. 7 p.
21. _____.; BRUNO, M. E. 2006. Malezas en maíz RR. Combinación de glifosato con herbicidas residuales e interferencia con malezas. INTA Oliveros. Para Mejorar la Producción. 32:108-111.
22. RODRIGUEZ, J. I. 2010. Manejo integrado de *Sida rhombifolia* en sorgo granífero. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 59 p.
23. SIKKEMA, P. H.; SHROPSHIRE, C.; HAMILL, A. S.; WEAVER, S. E.; CAVERS, P.B. 2004. Response of common lambsquarters (*Chenopodium*

- album*) to glyphosate application timing and rate in glyphosate-resistant corn. *Weed Technology*. 18(4): 908-916.
24. _____. 2005. Response of barnyardgrass (*Echinochloa crus-gali*) to glyphosate application timing and rate in glyphosate-resistant corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 19:830-837.
 25. SWANTON, C.; RAJCAN, I.; CHANDLER, K. 2004. Red-far-red ratio of reflected light: a hypothesis of why early-season weed control is important in corn. *Weed Science*. 52:774-778.
 26. THARP, B. E.; KELLS, J. J. 2002. Residual herbicides used in combination with glyphosate and glufosinate in Corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 16:274-281.
 27. THELEN, K. D.; JACKSON, E. P.; PENNER, D. 1995. Utility of nuclear magnetic resonance for determining the molecular influence of citric acid and an organosilicone adjuvant on glyphosate activity. *Weed Science* 43:566-571.
 28. VIDAL, R. A. 1997. Herbicidas; mecanismos de acción y resistencia de plantas. Porto Alegre, Brasil, UFRGS. Facultad de Agronomía Biblioteca sectorial. p. irr.