

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DEL HORARIO DE APLICACIÓN Y DE LAS CONDICIONES
CLIMÁTICAS EN LA DEPOSICIÓN Y EFECTIVIDAD DEL GLIFOSATO

por

Mayra Andrea CABRERA RODRÍGUEZ

María Carolina RODRÍGUEZ SÁNCHEZ

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2014

Tesis aprobada por:

Director: _____

Ing. Agr. Dra. Juana Villalba

Ing. Agr. Dra. Grisel Fernandez

Ing. Agr. Oscar Bentancur

Fecha: 09 de setiembre 2014

Autor: _____

Mayra Andrea Cabrera Rodríguez

María Carolina Rodríguez Sánchez

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar este trabajo con el cual estamos culminando una etapa de nuestras vidas, queremos agradecer a nuestra directora de tesis Dra. Ing. Agr. Juana Villalba por su dedicación y apoyo con sus conocimientos y experiencia.

A Facultad de Agronomía por darnos la oportunidad de estudiar y ser un profesional. Agradecemos también a los profesores que hemos tenido durante toda la carrera que han aportado a nuestra formación.

También queremos agradecer a nuestras familias las cuales nos apoyaron, acompañaron y alentaron en este camino.

Fueron muchas las personas que han formado parte en nuestras vidas de estudiantes que nos gustaría agradecerles por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos buenos y malos.

Muchas gracias a todos.

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. EFECTO DEL HORARIO DE APLICACIÓN EN CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA	2
2.2. EFECTO DE HORARIO DE APLICACIÓN EN LA DEPOSICIÓN SOBRE LAS HOJAS	7
2.3. FACTORES QUE AFECTAN AL GLIFOSATO	10
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	15
3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	15
3.2. METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN	16
3.3. DETERMINACIONES DE LA DEPOSICIÓN	17
3.4. EVALUACIÓN DEL CONTROL	18
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	19
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	20
4.1. DEPOSICIÓN DE LA APLICACIÓN Y CONTROL DE <i>Conyza spp</i>	20
4.2. DEPOSICIÓN DE LA APLICACIÓN Y	

CONTROL DE <i>Digitaria sanguinalis</i>	26
5. <u>CONCLUSIONES</u>	32
6. <u>RESUMEN</u>	33
7. <u>SUMMARY</u>	34
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	35

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Descripción de los tratamientos	15
2. Condiciones meteorológicas en cada horario de aplicación	16
3. Análisis de varianza de los tratamientos	20
4. Deposición del trazador (mg/g materia seca maleza) según horario de aplicación en <i>Conyza spp.</i>	20
5. P-valor del análisis estadístico de las probabilidades de los resultados de control determinado.....	21
6. Control de <i>Conyza spp.</i> a los 6 dpa para la interacción horario de aplicación y dosis	25
7. Control de <i>Conyza spp.</i> a los 16 dpa para la interacción horario de aplicación y dosis	25
8. Control de <i>Conyza spp.</i> a los 33 dpa para la interacción horario de aplicación y dosis	25
9. Análisis de varianza de los tratamientos	26
10. Deposición del trazador (mg/g materia seca maleza) según horario de aplicación en <i>Digitaria sanguinalis</i>	26
Figura No.	
1. Curva de calibración del trazador Azul Brillante	18
2. Control de <i>Conyza spp.</i> (%) según dosis de herbicida	22
3. Control de <i>Conyza spp.</i> (%) según horario de aplicación	22

4. Control (%) de <i>Digitaria sanguinalis</i> según dosis de herbicida	27
5. Control (%) de <i>Digitaria sanguinalis</i> según horario de aplicación	28
6. Control (%) de <i>Digitaria sanguinalis</i> a los 6 dpa para la interacción horario de aplicación y dosis	29
7. Control (%) de <i>Digitaria sanguinalis</i> a los 16 dpa para la interacción horario de aplicación y dosis	30
8. Control (%) de <i>Digitaria sanguinalis</i> a los 33 dpa para la interacción horario de aplicación y dosis	30

1. INTRODUCCIÓN

El glifosato es uno de los herbicidas más usado en el mundo, es un herbicida no selectivo de amplio espectro y tiene su vía de entrada a las plantas por hoja, por tanto, los factores que afectan la absorción, como pueden ser las condiciones meteorológicas al momento de la aplicación además de las características de hoja de cada especie afectan su efectividad.

Las condiciones meteorológicas durante la aplicación que afectan la deposición del producto son humedad relativa, temperatura, viento y rocío. Aplicaciones en diferentes horarios en el día también inciden en las condiciones de la planta para la absorción del herbicida.

La deposición del producto se ve afectada también, por la superficie de la planta, serosidad, estructura física, características de la cutícula, la velloidad ya que afectan la infiltración cuticular. Las malezas difieren en sus características cuticulares, siendo ésta la principal barrera que debe atravesar el herbicida para llegar al sitio de acción. Y por tanto el comportamiento de las distintas especies de malezas es diferente.

En este trabajo se planteó estudiar el efecto de diferentes horarios de aplicación teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas en cada momento (temperatura, humedad relativa, viento, rocío), en la deposición y en el control de las malezas, *Conyza* spp. y *Digitaria sanguinalis*.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El horario para la aplicación de herbicidas puede afectar varios factores propios de la planta, que pueden interaccionar con el metabolismo del herbicida dentro de la planta así como las condiciones meteorológicas que condicionan la deposición del herbicida.

Se presentan los principales factores influenciados por el horario de aplicación.

2.1 EFECTO DEL HORARIO DE APLICACIÓN EN CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA

Las condiciones ambientales pueden afectar procesos morfológicos y fisiológicos en las plantas, lo que resulta en la alteración de la absorción de los herbicidas, translocación, o el metabolismo. Las plantas sufren cambios anatómicos y morfológicos consecuencia del horario de aplicación, entre los mencionados se encuentra el ángulo de inserción de la hoja, es un factor importante que puede afectar primeramente la intercepción y/o la retención del herbicida, esta menor área foliar para la intercepción puede provocar reducciones en la eficacia del herbicida. Si bien, la fluctuación del ángulo de la hoja por sí sola no explica completamente la reducción en el control de malezas, comenta Mohr et al. (2007) para el caso de aplicaciones de glifosato es un factor de relevancia en algunas malezas que tienen variaciones en el ángulo importante.

Para Sellers et al. (2003), el ángulo de la hoja, en el caso de la maleza desempeña un papel fundamental en la reducción de la eficacia del glifosato, cuando las aplicaciones son realizadas en los horarios próximos a la puesta del sol. Los movimientos foliares diurnos de esta planta puede provocar una

disminución de intercepción de herbicidas cuando las aplicaciones se realizaron cerca de la puesta del sol.

El ángulo de la hoja de malva puede variar hasta en un 65° desde el mediodía hasta el atardecer (Andersen y Koukkari, Waltz et al., citados por Mohr et al., 2007).

Algunos autores obtuvieron resultados de control de malezas, expresado en la biomasa de la especie, 82 % relacionado al ángulo de la hoja, mientras que el horario de aplicación (que no es atribuido sólo al ángulo de la hoja) representó el 18 % del cambio en el control. La identificación del efecto de ángulo de la hoja de la efectividad del glifosato es consistente, lo que indica que los movimientos diurnos de la hoja son responsables de la reducción de la eficacia del herbicida (Sellers et al. 2003, Doran y Andersen, Norsworthy et al., citados por Mohr et al. 2007).

Plantas de *Abutilon theophrasti*, exhibieron movimientos diurnos de hojas, donde las hojas fueron orientadas horizontalmente 0° durante el día a casi 90° por debajo de la horizontal en la noche. Sin embargo, las hojas de malezas estresadas se encontraron inclinadas hacia abajo incluso durante el día y el ángulo de la hoja varió según el estrés al que estaba sometido. Cuando fue por inundaciones el ángulo de la hoja se encontraba por debajo de 90° de la horizontal y cuando fue por sequía o frío el ángulo se encontraba sobre 70° por debajo de la horizontal (Sellers et al. 2003, Andersen y Koukkari, citados por Zhou et al. 2007).

Sellers et al. (2003), mencionaron que el ángulo de la hoja no fue la única razón para la reducción de la eficacia de glufosinato de amonio. El horario de mayor cambio en el ángulo de la hoja se produjo entre 18:00 y 19:00 horas, lo que resultó en una disminución significativa en la cantidad de herbicida interceptado. Los resultados que obtuvieron sugieren que además del ángulo

de la hoja hay otros factores como la absorción, translocación, u otros procesos fisiológicos que estarían contribuyendo a la reducción de la eficiencia del herbicida al atardecer. Debido a que el glufosinato de amonio inhibe la glutamino sintetasa y es posible que la inactividad de esta enzima sea consecuencia de la oscuridad. Sería necesario por lo menos 4 horas de luz para proporcionar una óptima actividad del herbicida cuando la intercepción se reduce como resultado de los movimientos de la hoja.

La supresión de malezas de hoja ancha fue menor en aplicaciones anteriores de las 6:00 o después de las 20:00 horas; una de las razones podría ser la presencia de rocío sobre las plantas. La variabilidad presente en el día, en sitios diferentes y el efecto año sugiere que otros factores ambientales pueden ser importantes (Mohr et al., 2007). En un experimento realizado por Mohr et al. (2007) la humedad relativa y la temperatura del aire en el mismo día de la aplicación variaron hasta en un 50 % y 16° C, respectivamente, siendo estos los factores que podrían estar afectando en mayor proporción.

Mohr et al. (2007) obtuvieron que la biomasa de maleza de hoja ancha fue por lo menos tres veces mayor para los tiempos de aplicación de las 8:00 y 22:00 horas, en comparación con la biomasa cuando el glifosato fue aplicado a las 10:00 o 18:00 horas. Por otra parte, la biomasa de malezas fue mayor a las 14:00 horas en comparación con aplicaciones a las 10:00 y 18:00 horas, consecuencia de las adversas condiciones climáticas en ese horario.

Siempre que las condiciones meteorológicas del mediodía no sean limitantes para la deposición, la deposición al mediodía es mayor comparadas a las de temprano por la mañana y tarde por la noche, pero la eficacia de herbicidas está influenciada por condiciones ambientales que ocurren no solo durante, sino antes y después de la hora de aplicación (Anderson et al., Cole, Gerber et al., Price, citados por Coetzer et al., 2001).

Debido a que la superficie de la hoja influye en la absorción y la difusión posterior de los compuestos herbicidas en el tejido de la hoja, el conocimiento de las características morfológicas y fisicoquímicas de la superficie de la hoja es necesario para la comprensión del comportamiento de un herbicida dado en diversas especies de malezas. Este conocimiento también ayuda en la selección de los tensoactivos para mejorar la actividad del herbicida de manera integrada en el programa de manejo de malezas. Las características morfológicas y fisicoquímicas de hojas de varias especies de malezas influyen en el comportamiento del herbicida en la superficie de la hoja, lo que puede conducir a una diferente actividad del herbicida dado, sobre las malezas y se pueden optimizar mediante el uso de agentes tensoactivos (Sanyal et al., 2006).

La naturaleza física y química de las superficies de la hoja es crucial para la efectividad de la aplicación de herbicidas foliares, como el glifosato. La retención de las gotitas de herbicidas, por ejemplo, es mejor en las plantas con hojas que muestran superficie plana cuticular sin la presencia de grandes cantidades de cristales de cera, que pueden impedir que las gotas entren en contacto directo con la membrana cuticular (Monquero et al., 2005).

La retención del herbicida en la superficie de las hojas de las plantas se ve afectada entonces por la serosidad, la estructura física, característica de la cutícula y la vellosidad; en cuanto a la absorción del herbicida ésta se ve facilitada por cualquier infiltración cuticular o estomática. Las plantas que tienen grandes cantidades de ceras epicuticulares sobre la superficie adaxial de la hoja pueden presentar menor retención de las gotas del herbicida, y por lo tanto, la absorción más baja. La cutícula de las hojas varía con la especie, las condiciones ambientales donde crece la planta (mayor grosor en zonas áridas y alta intensidad de luz) y la edad (mayor grosor en hojas maduras) (Kogan y Pérez, 2003).

La cutícula tiene como función primaria, actuar como barrera para evitar la pérdida de agua, por tanto estreses ambientales, como sequía, pueden inducir cambios en la composición y en la estructura de la membrana cuticular, lo cual puede influir en la absorción de los herbicidas.

El aumento de la temperatura y la humedad relativa baja tienden a inducir la síntesis de ceras epicuticulares, con un aumento consecuente del carácter lipofílico de la superficie foliar (Bacarin y Oliveira, citados por Monquero et al., 2005). La cantidad de ceras es importante, pero también influye su composición, estructura física y la orientación de éstas en la hoja (Juniper, Whitehouse et al., citados por Sanyal et al., 2006).

La penetración del herbicida varía según la especie y no se ha encontrado un método simple para evaluar rápidamente la permeabilidad de la superficie foliar de una planta (Wang y Liu, citados por Berrutti y Vignolo, 2013). Esto concuerda con lo mencionado por Sanyal et al. (2006), quienes mencionan que existe una actividad diferencial entre los distintos productos, dependiendo de la especie.

Wanamarta y Penner, citados por Sanyal et al. (2006), aseguran que las características de la superficie foliar incluyen no solo las características de la cutícula, sino el número de estomas, tricomas, glándulas, además de otras características como el ángulo y la posición foliar. También demostraron que un mayor número de estomas causan mayor infiltración de herbicidas en el tejido foliar. A la vez los tricomas actúan de una manera compleja en relación con la propagación de la solución de herbicida y la adsorción de estos. Los tricomas pueden causar disminución de la humectación y dispersión de gotitas (Hull et al., citados por Sanyal et al., 2006). Según Hess et al. (1974), tricomas muy próximos entre sí podría crear burbujas de aire debajo de las gotitas impidiendo el contacto con la superficie de la hoja, y las gotas pueden rebotar o romperse

debido al impacto de tricomas. Otros autores demostraron mediante el uso de colorantes fluorescentes, que los tricomas podrían proporcionar un sitio de entrada a la aplicación foliar de los herbicidas (Benzing y Burt, citados por Sanyal et al., 2006).

La humedad relativa del aire afecta directamente a la hidratación y la densidad de la cera de la cutícula de la hoja, por lo tanto, la absorción y translocación de los herbicidas de aplicación foliar es mayor en condiciones de alta humedad relativa (Muzik y Richardson, Wanamarta y Penner, citados por Lubbers et al., 2007).

2.2 EFECTO DE HORARIO DE APLICACIÓN EN LA DEPOSICIÓN SOBRE LAS HOJAS

La eficacia del herbicida de postemergencia es a menudo influenciado por factores ambientales tales como la humedad relativa, la temperatura y la humedad del suelo. La humedad relativa del aire disminuye rápidamente cerca del mediodía, cuando la temperatura está en su pico máximo. En ese momento la presión de vapor es muy intensa dificultando la deposición de la gota sobre la superficie foliar, quedando en suspensión, induciendo a la evaporación en caso que la aplicación sea realizada en ese momento (Azevedo, 2011).

La temperatura y la humedad relativa del aire influyen en las pérdidas de los productos fitosanitarios por medio de la evaporación. La evaporación es mayor, cuanto menor sea el tamaño de gota y mayor superficie de contacto. Hay que evitar aplicaciones cuando la temperatura del aire está por encima de 30° y la humedad relativa por debajo de 60 %, para evitar pérdidas en la deposición por evaporación. Los valores de humedad relativa de aire son generalmente favorables en las primeras horas de la mañana y al final de la tarde. A lo largo del día en las horas de mayor temperatura, la humedad relativa del aire puede llegar a valores muy bajos en relación a los considerados como

límites (60 %), resultando en significativas pérdidas en el proceso de aplicación y dificultando la penetración de los principios activos en el tejido vegetal (Azevedo, 2011).

Según Mohr et al. (2007), las dosis utilizadas, en el caso del glifosato, puede enmascarar el potencial de efectos de la hora del día.

López y Villalba (2013), estudiaron los diferentes horarios de aplicación para 2 malezas diferentes. Para la especie *Chloris* spp. obtuvieron que a los 10 días post- aplicación, el mayor control con glifosato a las 20 horas. Mientras que la aplicación a las 8 horas tuvo un pobre control, lo que podría estar explicado por el intenso rocío factor que determinó también un pobre control a las 2 de la mañana. El nivel de control del horario de la mañana también pudo estar afectado por el aumento de la temperatura y el descenso de la humedad relativa en forma abrupta luego de la aplicación, generando evaporación posterior a la misma desde la superficie foliar. Las condiciones de baja humedad relativa y alta temperatura estarían provocando un pobre control de esta especie a las 14 horas, siendo en este caso más limitante el momento de la aplicación que las condiciones posteriores a la misma pero estos efectos se vieron solo inicialmente, ya cuando pasaron 20 días estos efectos desaparecieron. Para la especie *Paspalum notatum* el control fue muy bajo aun cuando se consideró una buena actividad fisiológica de la planta por el buen régimen pluviométrico antes de realizado el experimento.

Coetzer et al. (2001) mencionan que diferencias en control podrían explicarse por las diferentes condiciones ambientales presentes en el momento de la aplicación. Cuando éste autor realizó un ensayo, visualizó que la translocación del glufosinato hacia fuera de la hoja tratada en tres especies de maleza, fue mayor cuando las plantas fueron mantenidas a 90 % de humedad relativa que cuando se mantuvieron a 35 % de humedad relativa.

La humedad relativa alta también tuvo un efecto positivo sobre la absorción y translocación del glufosinato mediante el aumento de la hidratación de la cutícula, prolongando el tiempo de secado de las gotitas (Hull, citado por Coetzer et al., 2001).

Coetzer et al. (2001) concluyó que la humedad relativa y la temperatura influyen en la absorción y translocación de los herbicidas de aplicación foliar; y las condiciones cálidas en general, mejoran el control de malezas después de la aplicación de herbicidas.

Para la absorción foliar del herbicida mesotriona se ha constatado que una humedad relativa alta y que se humedezca de nuevo el follaje de las plantas por el rocío o la lluvia después de la aplicación, pueden aumentar la absorción del herbicida por la planta (Hull, Thompson y Slife, citados por Goddard et al., 2010).

Otra variable que puede afectar la deposición del herbicida es el área foliar manteniendo una relación lineal, conjuntamente con la penetración de la luz. La penetración de luz y deposición de herbicida disminuyó linealmente con el aumento de índice de área foliar. Las plantas de malezas reciben significativamente diferentes cantidades de herbicida en diferentes cultivos, sin embargo, hay una correlación significativa entre el herbicida y la deposición en las plantas de destino y el control de malezas (Kim et al., 2010). Por lo tanto, los resultados de la relación entre la deposición de herbicida y la eficacia del herbicida puede explicarse por la competencia directa del cultivo y las condiciones microclimáticas en los cultivos, que puede proporcionar una mejor condición para la actividad del herbicida. De esta manera, los resultados demuestran claramente la importancia de la estructura de la cubierta de cultivos de malezas y la eficacia del herbicida.

Por su parte Martinson et al. (2005) observaron una menor eficacia de los herbicidas cuando las aplicaciones se realizaron a las 6:00, 21:00 y 24:00 horas, comparadas con aplicaciones de las 9:00 a 18:00 horas, independientemente del herbicida utilizado y el agregado o no de un adyuvante complementario. Aumentos en la dosis de los herbicidas y/o la inclusión de un adyuvante aumentó la eficacia, no superando el efecto de la hora del día, continuando siendo un factor significativo en el control de malezas. Para estos autores la temperatura jugó un rol importante en la eficacia de los herbicidas, ya que los mejores controles de malezas se obtuvieron en los horarios en los que se registraron mayores temperaturas (promedio de 28°C).

En relación al efecto del viento, las aplicaciones de fitosanitarios se consideran seguras cuando la velocidad de este es entre 3,2 a 6,5 km/h describiéndose como una brisa leve, a la vez que un viento excesivo superando los 9,6 km/h se considera inapropiado para la aplicación (Lavers, citado por Azevedo, 2011).

El viento durante la aplicación determina pérdidas por deriva; para evitar esto se tiende a aplicar a principios de la mañana o al final de la tarde cuando la velocidad del viento se ve disminuida (Waltz et al., 2004). Sin embargo señala Stewart et al. (2009) que la eficiencia de los herbicidas en estos momentos del día pueden ser menor asociadas a condiciones de temperatura, humedad relativa, rocío y baja actividad fisiológica de la planta.

2.3 FACTORES QUE AFECTAN AL GLIFOSATO

El glifosato es un herbicida no selectivo que controla muchas especies de malezas. Es uno de los herbicidas más usados en el mundo. Síntomas típicos del efecto del herbicida en malezas son: amarillamiento, retraso del crecimiento, la inhibición del número, tamaño de la hoja y senescencia de hojas y peciolo. El glifosato, que no tiene efecto residual en el suelo, se aplica con

frecuencia dos veces por temporada, para adquirir campos libres de malezas, especialmente en cultivos resistentes al glifosato (Zhou et al., 2007).

El glifosato reduce el reingreso de semillas con el tiempo, sin embargo, su aplicación repetitiva puede modificar la composición específica de las malezas en la zona, lo que lleva a un predominio de las especies tolerantes a glifosato. Por lo tanto, es importante para controlar la infestación de malezas en zonas en las que el glifosato se utiliza repetidamente, que se adopten medidas para evitar la dominancia de las especies tolerantes (Monquero et al., 2003).

El glifosato ofrece amplio espectro al control de malezas y flexibilidad en el momento de la aplicación. Dosis relativamente bajas de glifosato actúan eficazmente sobre las malezas pequeñas, mientras que las grandes malezas deben ser tratadas con mayor dosis (Mohr et al., 2007).

La mejor eficiencia del herbicida de postemergencia en las plantas cultivadas en ambientes controlados, en comparación con las plantas en condiciones de campo, ha sido demostrada y se atribuye a las diferencias en el espesor de cutícula de la planta y la composición (Al-Khatib et al., Hoss et al., Wanamarta y Penner, citados por Lubbers et al., 2007). A su vez la humedad del suelo también es una variable que influye en la actividad de los herbicidas de postemergencia (Sanyal et al., 2006).

La actividad del herbicida foliar es a menudo influenciada por el medio ambiente, factores tales como la temperatura y la humedad relativa (Bayer y Cudney, citados por Johnson y Young, 2002). Estos autores que han estudiado distintos herbicidas, incluyendo el glifosato, sugieren que las altas temperaturas presentan mayor efecto en la eficacia en el herbicida. Consideran que las altas temperaturas pueden aumentar la fluidez de la membrana de la cutícula y del plasma, resultando en una mayor absorción del herbicida, la actividad metabólica de la planta también puede aumentar y ser de mayor importancia

para algunas especies. El aumento de eficiencia del herbicida a temperaturas más altas, puede estar relacionado con el aumento de la absorción y translocación (Legg, citado por Johnson y Young, 2002). La actividad de los herbicidas foliares también puede ser influenciada por la humedad relativa. Estudios han demostrado una mayor eficacia del glifosato, en situaciones de alta humedad relativa en la hidratación y la densidad de la cutícula, provocado por un aumento de la penetración (Johnson y Young, 2002).

Johnson y Young (2002), Goddard et al. (2010) coinciden en que la temperatura y la humedad relativa afectan la eficiencia del herbicida. Los altos niveles de humedad relativa (85%) resultaron tener mayor efecto que aplicaciones realizadas cuando la humedad relativa era baja (30%) (Johnson y Young, 2002).

Estudios realizados por Zhou et al. (2007) muestran que la actividad del glifosato en malezas disminuyó cuando las plantas sufrieron estrés causados por la sequía, inundaciones y frío. A la vez, el glifosato fue más eficaz sobre plantas no estresadas, seguido por las plantas que se recuperaron del estrés y menos eficaces en las plantas aún bajo estrés. Las bajas temperaturas (5 o 12 °C) mantenidas durante 48 horas después de un tratamiento de herbicida de glifosato tuvo mayor fitotoxicidad en malezas estresadas que malezas no estresadas. No hubo ningún tipo de interacción entre dosis de glifosato y el estrés. El control de malezas aumentó cuando la tasa del glifosato aumentó, independientemente de la condición de malezas.

Una de las malezas que se ha estudiado en Uruguay y como es su control con glifosato es *Conyza* spp.. Es una maleza¹ muy difícil, que exige ser muy cuidadoso en las estrategias, muy respetuoso de las pocas herramientas

¹ Fernández, G. 2012. Bioecología de malezas. In: Curso de Manejo de Malezas, optativo de 5° año (sin publicar).

conocidas que existen para su control, y es una especie con altísima capacidad de reproducción, con una elevadísima prolificidad, por lo que unas pocas plantas en una hectárea son capaces de incrementar en forma sustantiva la población en una estación de crecimiento.

En Argentina en la zafra 2008/09 esta especie se constituyó en un problema difícil de controlar en los barbechos para cultivos de verano y en el cultivo de soja. Esta problemática estuvo asociada a las condiciones de sequía que afectó la región en aplicaciones con plantas de gran desarrollo y estresadas, sub-dosis de herbicida, horarios de aplicaciones inadecuados. Entre los factores de manejo que predisponen a la ocurrencia de resistencia, además del uso sistemático de glifosato, es muy importante la calidad de las aplicaciones y ajustar la dosis según el glifosato empleado dada la variedad de marcas comerciales presentes en el mercado. La calidad de aplicaciones hace referencia a condiciones donde se aplica: baja humedad relativa, viento, excesos o déficit hídrico resumiendo “se aplica cuando se puede y no como se debe”. La dosis seleccionada debe ser elegida adecuadamente según desarrollo de la maleza, menciona Ríos (2011). Comenta además, que en Uruguay *Conyza* spp. resistente a glifosato están presentes en las chacras y van a predominar en la medida que se favorezca su producción de semilla y vayan aumentando su frecuencia.

Digitaria sanguinalis es una maleza anual de verano común que crece en las regiones tanto templadas y tropicales (Holm, citado por Oreja et al., 2012). El control químico, especialmente con el uso de glifosato se utiliza principalmente para controlar las malezas bajo sistemas de labranza cero en la que se cultiva soja. Este herbicida proporciona control de aproximadamente el 98% de esta maleza (Culpepper et al., Van Gessel et al., Norsworthy, citados por Oreja et al., 2012). A pesar de un control tan eficaz, los investigadores han encontrado que las poblaciones de *Digitaria sanguinalis* se han mantenido

estables o incluso aumentaron en los sistemas de labranza cero, especialmente en las rotaciones maíz-soja (Zanin et al. 1997, Tiesca et al. 2001, Puricelli y Tiesca 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Universidad de la República ubicada en el Departamento de Paysandú.

3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con 3 repeticiones con un arreglo factorial de tratamientos. Para la deposición de trazador sobre las malezas el factor de interés fue el horario de aplicación. Mientras que para el control de las malezas los factores de estudio fueron, horario de aplicación del glifosato y dosis del mismo. El tamaño de las parcelas fue de 10m x 2m de ancho.

En el Cuadro No. 1 se describen los horarios de aplicación evaluados y las dosis del herbicida.

Cuadro No. 1. Descripción de los tratamientos

No. TRATAMIENTO	HORARIO DE APLICACIÓN	DOSIS DE GLIFOSATO (g.e.a/ha)
1	9:00	720
2	9:00	1440
3	16:00	720
4	16:00	1440
5	23:00	720
6	23:00	1440

3.2 METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

La aplicación se realizó el 6 de marzo de 2013 en un área sin cultivo, donde las principales malezas presentes eran *Conyza* spp. y *Digitaria sanguinalis*. La misma fue realizada con un equipo pulverizador presurizado a CO₂, calibrado para aplicar un volumen de 100 L/ha a una presión de 1.8 bar usando boquillas TT 11001 de marca Teejet.

Al caldo compuesto por agua y glifosato de marca comercial Panzer Gold, se le agregó un trazador Azul Brillante F&C No. 1 (2000 ppm) para cuantificar la cantidad de pulverizado sobre las hojas de las dos malezas en estudio.

Las condiciones meteorológicas en cada horario de aplicación se detallan en el Cuadro No. 2.

Cuadro No. 2. Condiciones meteorológicas en cada horario de aplicación

Horario	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (km/h)	Presencia de rocío
9:00	15.1	84	3.2	Leve
16:00	26.7	55	3.2	Ausencia
23:00	20.3	68	0	Moderado

Luego de la aplicación se esperó quince minutos aproximadamente (necesario para que seque la pulverización y evitar alteraciones en los niveles del marcador durante el manipuleo), se procedió a recolectar muestras de ambas malezas.

3.3 DETERMINACIONES DE LA DEPOSICIÓN

Se colectaron 10 muestras de *Digitaria sanguinalis* y 5 muestras de *Conyza* spp. por unidad experimental y así cuantificar la cantidad de trazador y estimar la deposición del producto sobre las malezas. Cada muestra correspondió a una sección media del tallo con varias hojas, la misma fueron cortadas con tijera, tomadas con pinzas y colocadas en bolsas de polietileno.

Ya en laboratorio cada muestra fue lavada con agua (20 mL) de forma de retirar el trazador depositado. La solución resultante fue almacenada en recipientes plásticos en ausencia de luz para determinar la absorbancia en un espectrofotómetro marca Unico 2800 UV/VIS, a una longitud de onda de 630 nm, metodología usada por Palladini et al. (2005), Villalba et al. (2009).

La realización de las curvas de calibración (Figura No. 1) a partir de concentraciones de trazador conocidas y su absorbancia permitió ajustar una regresión que se usó para estimar las cantidades de depósitos en cada muestra a partir de la medición de la absorbancia del lavado de cada muestra de malezas.

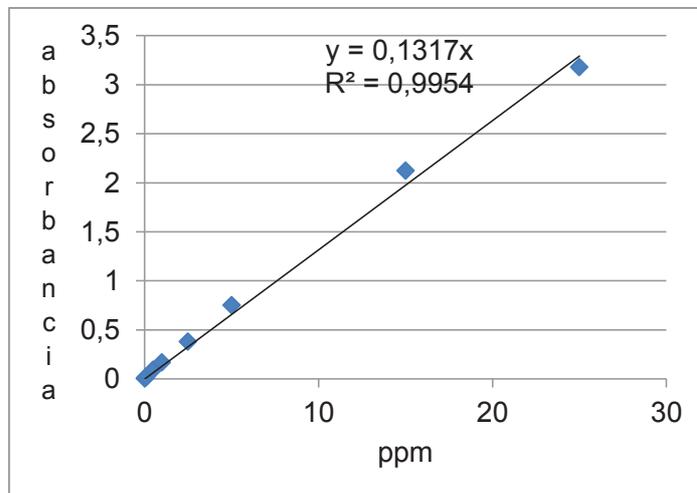


Figura No. 1. Curva de calibración del trazador Azul Brillante

Cada muestra vegetal luego de lavada se colocó en bolsas de papel individuales e identificadas, las cuales se mantuvieron por 72 horas en estufas a 65°C hasta obtener su peso seco para expresar la deposición en mg/g de materia seca de maleza.

3.4 EVALUACIÓN DE CONTROL

Para cada maleza se realizaron evaluaciones de control, usando una escala, a partir de observaciones de síntomas de daño en las plantas.

Las evaluaciones fueron realizadas a los 6, 16 y 33 días post aplicación, utilizando la escala de efecto de control, asignando 0% cuando la planta no presentaba síntomas de control y valores crecientes hasta 100% cuando se encontraba completamente seca.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de la deposición el modelo general usado fue:

$$Y_{ik} = \mu + H_i + \beta_k + \varepsilon_{ik}$$

Y_{ik} : Variable aleatoria observable

μ : Media general

H_i : Efecto del horario

β_k : Efecto del k- bloque

ε_{ik} : Error experimental

Para la variable de control de maleza para cada fecha, se corrió un modelo lineal generalizado asumiendo distribución multinomial ordinal.

El modelo usado en forma general se expresa de la siguiente forma:

$$\ln \left(\frac{p_k}{1-p_k} \right) = \beta_0 + H_i + D_j + (H \times D)_{ij}$$

p_k : probabilidad del k- ésimo nivel de la escala de control

β_0 = media general

H_i : Efecto del horario

D_j : Efecto de dosis

Para estos análisis se usó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS. Para la deposición las medias de los efectos significativos fueron comparadas usando el test de Tukey con probabilidad de 5% y para la variable control se usaron contrastes simples.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DEPOSICIÓN EN HOJAS Y CONTROL DE *Conyza* spp.

Los resultados obtenidos de la cantidad de trazador depositado sobre *Conyza* spp., teniendo en cuenta la variable horario de aplicación, no presentó diferencias significativas (Cuadro No. 3). Por tanto, según estos resultados, los horarios de aplicación no determinaron una deposición diferencial del herbicida en la maleza.

Cuadro No. 3. Análisis de varianza de los tratamientos

Efecto	p>F
Bloque	0.4866
Horario aplicación	0.9939

Las variaciones en la deposición para cada horario de aplicación son mínimas (Cuadro No. 4).

Cuadro No. 4. Deposición del trazador (mg/g materia seca maleza) según horario de aplicación en *Conyza* spp.

Horario de aplicación	Deposición del trazador (mg/g materia seca)
09:00	2,0591 A
16:00	2,0862 A
23:00	2,0618 A

Estos resultados son contradictorios con lo mencionado en la bibliografía, donde los autores, Coetzer et al. (2001), Muzik y Richardson, Wanamarta y Penner, citados por Lubbers et al. (2007), Azevedo (2011) coinciden en que las condiciones ambientales estarían afectando la deposición de herbicida. También es opuesto con lo que citó Mohr et al. (2007), donde la biomasa de

malezas fue mayor, indicando menor control, a las 14:00 horas en comparación con 10:00 y de 18:00 horas de aplicación. El autor explica sus resultados por las adversas condiciones climáticas en ese horario, donde la humedad relativa y la temperatura del aire variaron entre 50 % y 16°C respectivamente el día de la aplicación. En nuestro caso, el horario de aplicación más adverso, no fue tan limitante, dado que si bien la humedad relativa estaba en el límite (55%) la temperatura no era extrema, ya que era de tan solo 26.7°C. Así expresa Azevedo (2011) quien comenta que para evitar pérdidas en la deposición por evaporación, hay que prescindir de aplicaciones cuando la temperatura del aire está por encima de 30° y la humedad relativa por debajo de 60%. A la vez López y Villalba (2013) comentaron que las condiciones de baja humedad relativa y alta temperatura específicamente en aplicaciones luego del mediodía provocan un bajo control, siendo más limitante el momento de la aplicación que las condiciones posteriores.

En relación al control de la maleza, los factores de estudio fueron horario de aplicación y dosis, el análisis indica que solo a los 33 días post- aplicación (dpa) hubo efecto significativo para la variable dosis (Cuadro No. 5).

Cuadro No. 5. P-valor del análisis estadístico de las probabilidades de los resultados de control determinado

EFECTO	6 DPA	16 DPA	33 DPA
BLOQUE	0,578	0,929	0,137
DOSIS	0,399	0,768	0,004
HORARIO	0,559	0,976	0,161
HORARIO x DOSIS	0,403	0,889	0,828

Los valores de control (%) de los efectos principales se presentan para todas las fechas en las Figuras No. 2 y No. 3.

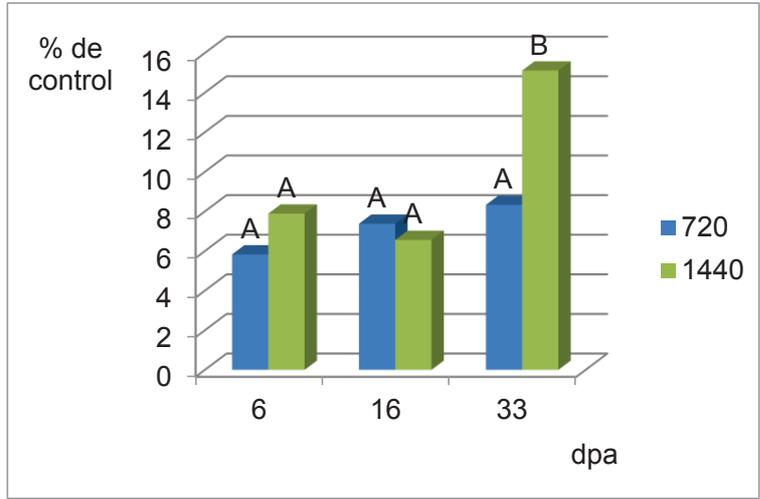


Figura No. 2. Control de *Conyza* spp.(%) según dosis de herbicida (cada fecha fue analizada en forma independiente)

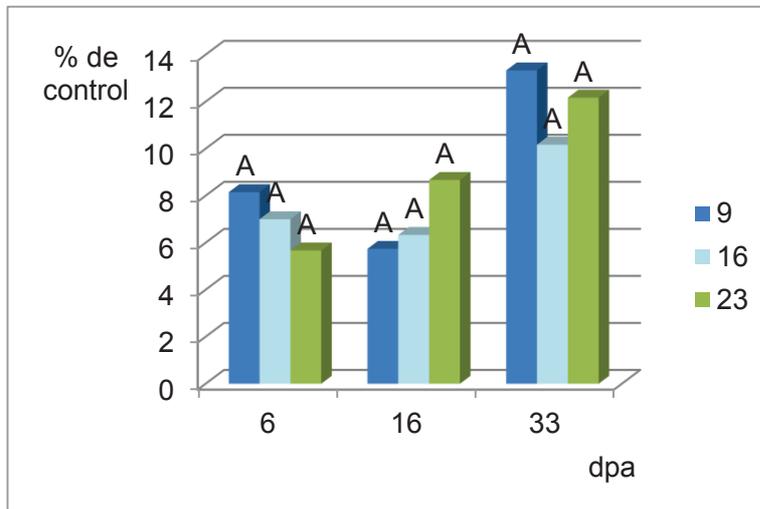


Figura No. 3. Control de *Conyza* spp. (%) según horario de aplicación (cada fecha fue analizada en forma independiente)

El bajo control en la maleza *Conyza* spp. era esperable, ya que se encontraba en un avanzado estado reproductivo donde esta es resistente al glifosato en cualquier dosis utilizada. Ríos (2011) menciona que la dosis seleccionada debe ser elegida adecuadamente según el desarrollo de la maleza, considerando siempre que a mayor desarrollo, la maleza requiere mayor dosis para lograr el objetivo del control eficiente. En este caso es concluyente que el desarrollo de la maleza era muy avanzado para esperar algún grado de control, las mismas presentaban una altura superior a los 30 cm y se encontraban florecidas.

La Figura No. 2 permite ver que la dosis baja no evolucionó en el control, mientras que la dosis de 1440 g ea/ha determina mejoras en el control, en valores reales sin impacto agronómico. En el día 33 post aplicación es cuando se manifiesta el efecto, presentando diferencia significativa en relación a la dosis baja, siendo del doble el control de la dosis más alta.

Ningunas de las dosis determinaron síntomas de muerte de hojas o parte de planta, solamente una detención parcial del crecimiento. A pesar que a los 33 dpa, la dosis de 1440 g ea/ha presentara el doble de efectos, siendo visualmente más afectada que la dosis menor. Esta diferencias de dosis no fueron constatadas en las primeras evaluaciones.

Si bien no se puede analizar estadísticamente la evolución del control, podemos decir que la dosis de 720 g ea/ha no mejoró el nivel de control de la maleza en el tiempo. Y si hubo una evolución en la dosis de 1440 g ea/ha a partir del día 16, aumentando la sintomatología lo que determinó mayor nivel de control a los 33 dpa.

Los diferentes horarios de aplicación en cada fecha de evaluación no determinaron diferencias en el control de la maleza (Figura No. 3).

En el caso de glifosato se menciona que existe necesidad de luz posterior a la aplicación para su actividad, en este caso la aplicación de las 23 hs no determinó un efecto negativo en el control de la maleza, el control fue igual sin distinción a las horas de luz que estuvo expuesta la maleza. Según Sellers et al. (2003) sería necesario por lo menos 4 horas de luz para proporcionar una óptima actividad del herbicida. Con respecto al viento, este no fue una limitante en el día que se realizó el trabajo de campo ya que se encontraba en las condiciones óptimas según Azevedo (2011) entre 3.2 a 6.5 km/h.

Según la bibliografía, el rocío es otro factor ambiental que influye en el resultado final según horario de aplicación. En el experimento no se constató un marcado efecto de menor deposición del herbicida por la presencia de rocío ya que éste fue leve. Mohr et al. (2007) obtuvieron disminuciones de control de malezas en los horarios de aplicación, por ejemplo de las 6:00 y después de las 22:00, y lo explican por la presencia de rocío sobre las plantas. Aunque Hull, Thompson y Slife, citados por Goddard et al. (2010) sugieren que puede aumentar la absorción del herbicida por la planta si luego de la aplicación, el follaje se humedece nuevamente por causa del rocío o la lluvia.

Los resultados correspondientes a las interacciones de los factores horario de aplicación y dosis para cada fecha se presentan en los Cuadros No. 6, No. 7, y No. 8.

Cuadro No. 6. Control de *Conyza* spp. (%) a los 6 dpa para la interacción horario de aplicación y dosis

	DOSIS GLIFOSATO (g ea/ha)	
	720	1440
HORARIO	MEDIAS	
09:00	5,00	10,67
16:00	8,00	6,00
23:00	4,33	7,00

Cuadro No. 7. Control de *Conyza* spp. (%) a los 16 dpa para la interacción horario de aplicación y dosis

	DOSIS GLIFOSATO (g ea/ha)	
	720	1440
HORARIO	MEDIAS	
09:00	6,25	5,33
16:00	8,00	4,67
23:00	7,67	9,67

Cuadro No. 8. Control de *Conyza* spp. (%) a los 33 dpa para la interacción horario de aplicación y dosis

	DOSIS GLIFOSATO (g ea/ha)	
	720	1440
HORARIO	MEDIAS	
09:00	10,00	16,00
16:00	7,00	13,33
23:00	8,33	16,00

4.2 DEPOSICIÓN EN HOJAS Y CONTROL DE *Digitaria sanguinalis*

Al evaluar la deposición del trazador en *Digitaria sanguinalis* también se analizó la variable, horario de aplicación y tampoco se obtuvieron diferencias (Cuadro No. 9).

Cuadro No. 9. Análisis de varianza de los tratamientos

Efecto	p>F
Bloque	0,486
Horario aplicación	0,993

La deposición en *Digitaria sanguinalis* al igual que en *Conyza* spp. como fuera comentado, no fue afectada por el horario en que se realizó la aplicación. En este experimento el horario de las 9:00 determinó un 8% menos de deposición del trazador que el horario de mayor deposición, quizás por la presencia de rocío de ese horario, pero sin diferencias significativas. Con respecto al efecto del rocío en la actividad del glifosato, siempre que no ocurra escurrimiento, éste no afecta negativamente, en este caso el rocío no fue tan severo como para generar escurrimiento.

Cuadro No. 10. Deposición del trazador (mg/g materia seca maleza) según horario de aplicación en *Digitaria sanguinalis*

Horario de aplicación	Deposición (mg A.brillante/g <i>Digitaria sanguinalis</i>)
09:00	4,861 A
16:00	5,291 A
23:00	5,147 A

Temperatura, humedad relativa, viento y rocío son las principales condiciones que se deben tener en cuenta al momento de efectuar una

aplicación para evaluar la deposición en planta. Pero las condiciones ambientales en el momento en que se realiza una aplicación influyen no solo en la deposición sino en el resultado final.

Las diferentes dosis utilizadas (720 y 1440 g ea/ha) de glifosato mostraron diferencias significativas a los 6 días post aplicación, visualizándose síntomas de mayor control cuando la dosis utilizada fue de 1440 g ea/ha. En las siguientes observaciones 16 y 33 dpa no se vio diferencias, ya que para las dos dosis utilizadas se encontraba casi la totalidad de las malezas muertas (Figura No. 4).

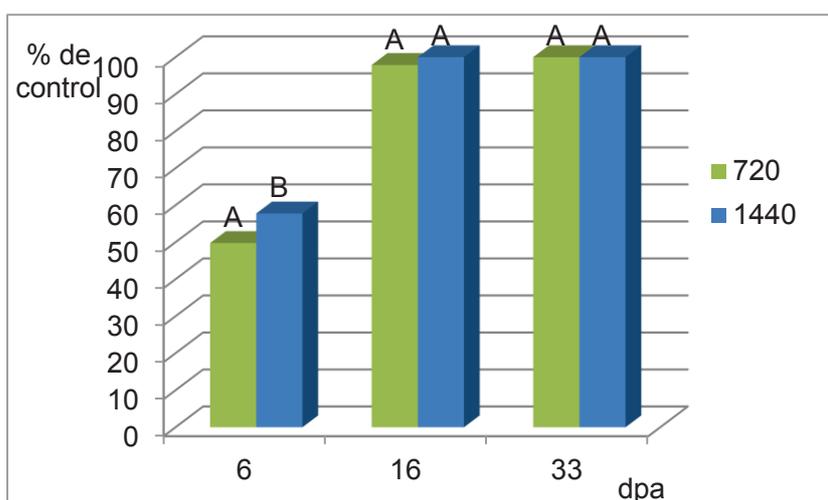


Figura No. 4. Control (%) de *Digitaria sanguinalis* según dosis de herbicida (cada fecha fue analizada en forma independiente)

Los diferentes horarios de aplicación en cada fecha de evaluación no determinaron diferencias en el control de la maleza (Figura No. 5).

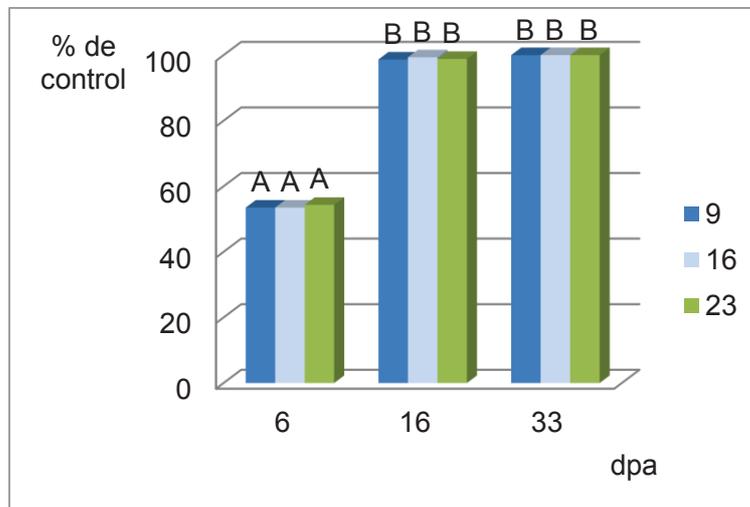


Figura No. 5. Control (%) de *Digitaria sanguinalis* según horario de aplicación (cada fecha fue analizada en forma independiente)

En *Digitaria sanguinalis* a diferencia de *Conyza* spp. se constató un mayor y rápido control por parte del glifosato, desde la primer observación en el campo que se realizó el día 6 post aplicación (Figura No. 6). Esto era esperable, según lo comentado en la bibliografía, ya que en los estudios realizados por Culpepper et al., Van Gessel et al., Norsworthy, citados por Oreja (2012) con aplicaciones de glifosato se obtuvo el 98% de control de esta maleza.

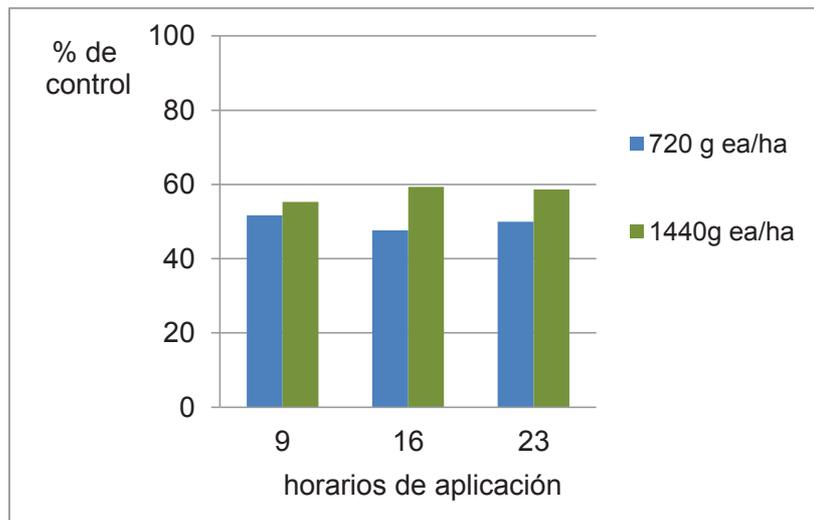


Figura No. 6. Control (%) de *Digitaria sanguinalis* a los 6 dpa para la interacción horario de aplicación y dosis

En las próximas dos observaciones 16 y 33 días post aplicación (Figura No. 7 y No. 8), se constató 100% de control a diferencia de *Conyza* spp. donde se vio un efecto de la dosis solo en el día 33 dpa y nunca se llegó a su máximo efecto. Para *Digitaria sanguinalis* no se realizó un análisis del control ya que la variabilidad no lo permitió.

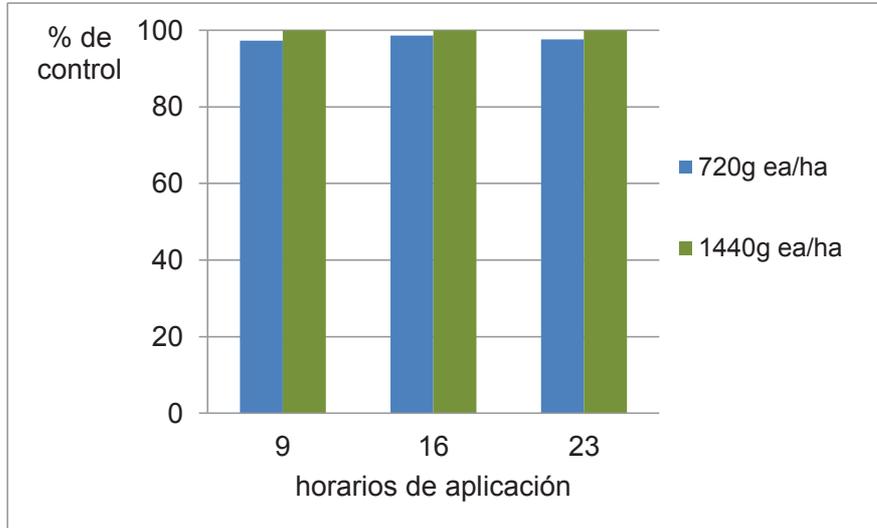


Figura No. 7. Control (%) de *Digitaria sanguinalis* a los 16 dpa para la interacción horario de aplicación y dosis

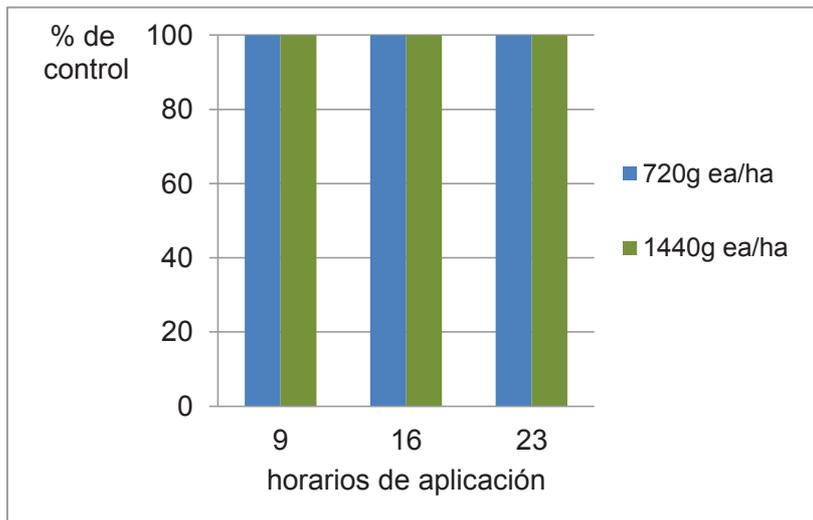


Figura No. 8. Control (%) de *Digitaria sanguinalis* a los 33 dpa para la interacción horario de aplicación y dosis

Quizás menores dosis debieron ser evaluadas para poder verificar efectos de los horarios de aplicación en el control de la maleza, es frecuente que las dosis enmascaren estos efectos menores. Pero podemos resumir que si la dosis es bien ajustada, condiciones de 55% de humedad relativa no determinan disminuciones del control de glifosato en *Digitaria sanguinalis* y por el contrario, si la dosis es insuficiente mejores condiciones de humedad relativa no mejoran el control.

5. CONCLUSIONES

Se concluyó para este experimento que los distintos horarios de aplicación evaluados no presentaron diferencias en la deposición del herbicida glifosato sobre las dos malezas en estudio, *Digitaria sanguinalis* y *Conyza* spp. Esto explicado porque no se dieron condiciones extremas de temperatura, humedad relativa, viento o rocío.

La respuesta en el control de malezas fueron diferentes para las 2 especies en cuestión. *Conyza* spp. presentó un bajo y casi nulo control por la aplicación de glifosato. Hubo una respuesta de la dosis solamente a los 33 dpa, pero sin valor desde el punto de visto práctico.

En *Digitaria sanguinalis* se manifestó un rápido efecto de control desde la primera observación post aplicación, siendo del 100% a los 16 dpa y sin ningún efecto de dosis o horario de aplicación.

6. RESUMEN

El glifosato es uno de los herbicidas más usado en el mundo, es un herbicida no selectivo de amplio espectro y tiene su vía de entrada a las plantas por hoja, por tanto ve afectada su efectividad por los factores que afectan la absorción, como pueden ser las condiciones meteorológicas al momento de la aplicación además de las características de hoja de cada especie. El presente trabajo tuvo por objetivo estudiar el efecto de diferentes horarios de aplicación de glifosato teniendo en cuenta las condiciones climáticas en cada momento (temperatura, humedad relativa, viento y rocío), en la deposición y en el control de las malezas, *Conyza* spp. y *Digitaria sanguinalis*. El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Universidad de la República ubicada en el Departamento de Paysandú. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con 3 repeticiones con un arreglo factorial de tratamientos. Para la deposición de trazador sobre las malezas el factor de interés fue el horario de aplicación. Mientras que para el control de las malezas los factores de estudio fueron, horario de aplicación del glifosato (9, 16, 23 horas) y dosis del mismo (720 y 1440 g ea/ha). Las aplicaciones se realizaron con un caldo compuesto por agua, glifosato y un trazador Azul Brillante F&C No. 1 (2000 ppm) para cuantificar la cantidad de pulverizado sobre las hojas de *Conyza* spp. y *Digitaria sanguinalis*. Los distintos horarios de aplicación evaluados no presentaron diferencias en la deposición del herbicida glifosato sobre las dos malezas. La efectividad del glifosato evaluados a los 6, 16 y 33 días post aplicación, presentaron comportamientos diferentes dependiendo de la maleza. En *Conyza* spp. el control fue deficiente y solo hubo un efecto de la dosis a los 33 dpa. *Digitaria sanguinalis* manifestó un rápido efecto de control desde la primera observación post aplicación, alcanzando el máximo control a los 16 dpa y sin efecto diferencial por dosis u horario de aplicación.

Palabras clave: Horario de aplicación; Deposición; Efectividad.

7. SUMMARY

Glyphosate is one of the herbicides most used in the world, is a nonselective broad-spectrum herbicide and is gateway to plants by leaf, therefore, affects the effectiveness of the factors affecting the absorption, such as the weather at the time of application in addition to the characteristics of each species sheet conditions. The present work was undertaken to study the effect of different schedules of glyphosate application taking into account the weather conditions at all times (temperature, relative humidity, wind and dew) in the deposition and control of weeds, *Conyza* spp. and *Digitaria sanguinalis*. The experiment was conducted at the Experimental Station Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC), University of the Republic located in the Department of Paysandú. The experimental design was randomized complete block with 3 replications in a factorial arrangement of treatments. For tracer deposition on weeds factor of interest was the time of application. While control weeds factors study were glyphosate application time (9, 16, 23 hours) and the same dose (720 to 1440 g ae / ha). Applications were made with a broth comprising water, glyphosate and a tracer Brilliant Blue F & C No. 1 (2000 ppm) to quantify the amount of sprayed on leaves and *Digitaria sanguinalis* and *Conyza* spp. The different application schedules tested showed no differences in the deposition of glyphosate herbicide on two weeds. The effectiveness of glyphosate assessed at 6, 16 and 33 days post application, showed different behaviors depending on the weed. In *Conyza* spp. control was poor and there was only an effect of the dose at 33 dpa. *Digitaria sanguinalis* shows rapid control effect from the first observation post implementation, reaching maximum control at 16 dpa without differential effect of dose or time of application.

Keywords: Application time; Deposition; Effectiveness.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AZEVEDO, L.A. 2011. Adjuvantes agrícolas para a proteção de plantas. Río de Janeiro, IMOS. 264 p.
2. BERRUTTI, M.E.; VIGNOLO, M. 2013. Efecto del uso de adyuvantes y de las condiciones meteorológicas en la deposición de fitosanitarios en soja. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 54 p.
3. COETZER, E.; AL-KHATIB, K.; LOUGHIN, T.M. 2001. Glufosinate efficacy, absorption, and translocation in amaranth as affected by relative humidity and temperature. *Weed Science*. 49(1): 8-13.
4. GODDARD, M.J.R.; WILLIS, J.B.; ASKEW, S.D. 2010. Application placement and relative humidity affects smooth crabgrass and tall fescue response to mesotrione. *Weed Science*. 58(1): 67-72.
5. HESS, F.D.; BAYER, D.E.; FALK, R.H. 1974. Herbicide dispersal patterns; I. as a function of leaf surface. *Weed Science*. 22 (4): 394-401.
6. JOHNSON, B.C.; YOUNG, B.G. 2002. Influence of temperature and relative humidity on the foliar activity of mesotrione. *Weed Science*. 50(2): 157-161.
7. KIM, D.S.; MARSHALL, E.J.P; BRAIN, P.; CASELEYS, J.C. 2010. Effects of crop canopy structure on herbicide deposition and performance. *Weed Research*. 51: 310–320.
8. KOGAN, M.; PÉREZ, A. 2003. Herbicidas; fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile. 333 p.
9. LÓPEZ, F.; VILLALBA, J. 2013. Efecto del horario de aplicación y el tamaño de gota en la eficiencia del glifosato. *Cangüé*. no. 33: 19-24.
10. LUBBERS, M.D.; PHILLIP, W.S.; KASSIM, A. 2007. Fluroxypyr efficacy is affected by relative humidity and soil moisture. *Weed Science*. 55(3):260-263.

11. MARTINSON, K.B.; SOTHERN, R.B.; KOUKKARI, W.L.; DURGAN, B.R.; GUNSOLUS, L. 2002. Circadian response of annual weeds to glyphosate and glufosinate. *Chronobiology International*. 19: 405-422.
12. MOHR, K.; SELLERS, B.A.; SMEDA, R.J. 2007. Application times of day influences glyphosate efficacy. *Weed Science*. 21(1): 7-13.
13. MONQUERO, P.A.; CURY, J.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. 2005. Control with glyphosate and general leaf surface characterization of *Commelina benghalensis*, *Ipomoea hederifolia*, *Richardia brasiliensis* and *Galinsoga parviflora*. *Planta Daninha*. 23: 123-132.
14. OREJA, F.H.; BASTIDA, F.; GONZALEZ, J.L. 2012. Simulación de estrategias de control para la toma de decisión de *Digitaria sanguinalis* en soja resistente a glifosato. (en línea). *Ciencia e Investigación Agraria*. 39(2): 299-308. Consultado 18 jul. 2014. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-16202012000200006&script=sci_arttext
15. PALLADINI, L.A.; RAETANO, C.G.; VELINI, E.D. 2005. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. *Scientia Agrícola*. 62 (5): 440-445.
16. PURICELLI, E.; TUESCA, D. 2005. Weed density and diversity under glyphosate-resistant crop sequences. *Crop Protection*. 24: 533-542.
17. RÍOS, A. 2011. El riesgo a la resistencia a glifosato en Uruguay. *In*: Jornada Cultivos de Invierno (2011, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 21-29.
18. SANYAL, D.; BHOWMIK, P.C.; REEDY, K.N. 2006. Leaf characteristic and surfactants affect primisulfuron droplets spread in three broadleaf weeds. *Weed Science*. 54(1): 16-22.
19. SELLERS, B.A.; SMEDA, R.J.; JOHNSON, W.G. 2003. Diurnal fluctuations and leaf angle reduce glufosinate efficacy. *Weed Technology*. 17(2):302-306.

20. SPRAYING SYSTEMS CORPORATION. 2010. Catálogo 50-E. (en línea). Wheaton, Illinois. 192 p. Consultado 11 mar. 2013. Disponible en <http://www.teejet.com>
21. STEWART, Ch.L.; NURSE, R.E.; SIKKEMA, P.H. 2009. Time of day impacts postemergence weed control in corn. *Weed Science*. 23(3): 346-355.
22. TUESCA, D.; PURICELLI, E.; PAPA, J.C. 2001. A long-tearm study of shifts in different tillage systems. *Weed Research*. 4: 369-382.
23. USTARROZ, D.; RAINERO, H.P. 2012. Control de *Conyza Bonariensis* “rama negra” durante el barbecho. (en línea). Córdoba, INTA. pp. 1-5. (Cartilla digital). Consultado 18 jun. 2014. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/control-de-conyza-bonariensis-201crama-negra201d-durante-el-barbecho>
24. VILLALBA, J.; MARTINS, D.; COSTA, N.V.; DOMINGOS, V.D. 2009. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. *Ciência Rural*. 39: 1738-1744.
25. WALTZ, A.L.; MARTIN, A.R.; ROETH, F.W.; LINDQUIST, J.L. 2004. Ghyphosate efficacy on velvetleaf varies with application time of day. *Weed Technology*. 18: 931-939.
26. ZANIN, G.; OTTO, L.; RIELLO, L.; BORIN, M. 1997. Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. *Agricultural, Ecosystems and Environment*. 66:177-188.
27. ZHOU, J.; TAO, B.; MESSERSMITH, C.G.; NALEWAJA, J.D. 2007. Glyphosate efficacy on velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) is affected by stress. *Weed Science*. 55(3): 240-244.