

Efectividad del Paraquat aplicado en el día o al final de la tarde

Hugo Quintero Joseph

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras
noviembre, 2013

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

Efectividad del Paraquat aplicado en el día o al final de la tarde

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Hugo Quintero Joseph

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras
noviembre, 2013

Efectividad del Paraquat aplicado en el día o al final de la tarde

Presentado por:

Hugo Quintero Joseph

Aprobado:

Abelino Pitty, Ph.D.
Asesor principal

Renán Pineda, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Rogelio Trabanino, M.Sc.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Efectividad del Paraquat aplicado en el día o al final de la tarde.

Hugo Quintero Joseph

Resumen: Los herbicidas de contacto pueden ser influenciados por factores abióticos como la lluvia y la radiación solar al momento o después de ser aplicados. Se evaluó la efectividad del Paraquat con dos experimentos en el control de malezas aplicado de día o al final de la tarde. Se aplicó la dosis recomendada por el formulador (400 g/ha de ingrediente activo) con una bomba de mochila modelo T equipada con un tanque de acero inoxidable presurizado con CO₂, una presión de 30 psi y boquillas Teejet[®] XR8003VS de abanico plano de amplio espectro, se calibró la bomba para aplicar 250 L de agua por hectárea para ambos experimentos. En ambos se usó un testigo que no fue aplicado y no se usó en el análisis estadístico. En la aplicación de Paraquat para el control de *Sclerocarpus phyllocephalus* se usaron tres repeticiones y un diseño de bloque completamente al azar. La radiación solar era 12 W/m² al inicio de la aplicación al final de la tarde y se redujo a 7 W/m² al finalizar; en la aplicación en el día la radiación solar era 970 W/m². En todas las evaluaciones el control fue mayor (P<0.05) cuando el Paraquat fue aplicado al final de la tarde que en el día. La diferencia fue 17, 10, 10 y 10% mayor a los 3, 7, 14 y 21 días después de la aplicación, respectivamente. La reducción en el control de *Sclerocarpus phyllocephalus* se debió a los rebrotes de la planta, pero siempre hubo menos rebrotes en los lotes aplicados al final de la tarde. En el segundo experimento sobre la maleza predominante *Chloris virgata*, las horas de aplicación fueron al final de la tarde (5:50 pm) y en el día (10:30 am) y la radiación solar fue de 944 W/m² en el día y al final de la tarde fue 36 W/m². Se usaron cuatro repeticiones con parcelas de 10 × 4.30 m. En todos los muestreos, el control de malezas aplicando al final de la tarde fue mayor que aplicando en el día. A los 3, 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación el control fue 16, 30, 49, 30 y 15% mayor, respectivamente. Esta diferencia se atribuye que al aplicar al final de la tarde llega la oscuridad, lo que evita que el Paraquat dañe las membranas celulares y permite que se mueva más en la planta. Al día siguiente, cuando sale el sol, empieza a actuar y causa más daño a la planta pues se ha distribuido en lugares donde no había caído el herbicida.

Palabras clave: *Chloris virgata*, fotosíntesis, herbicida, maleza, *Sclerocarpus phyllocephalus*.

Abstract: Contact herbicides can be influenced by abiotic factors such as rainfall and solar radiation during or after application. Two experiments evaluated the effectiveness of Paraquat in weed control applied during the day or late afternoon. In both experiments, the recommended dose (400 g/ha of active ingredient) was applied with a backpack sprayer equipped with a Model T Stainless steel tank pressurized with CO₂ at 30 psi, Teejet® XR8003VS extended range flat fan tip and the pump was calibrated to apply 250 L of water per hectare. Both experiments used a control which was not applied and was not used in the statistical analysis. In the experiment with *Sclerocarpus phyllocephalus*, three replicates were used in a randomized complete block design. Solar radiation was 12 W/m² at the start of application at the end of the afternoon and had dropped to 7 W/m² at the end; in the application during the day, solar radiation was 970 W/m². In all evaluations, weed control was higher ($P < 0.05$) when Paraquat was applied at the end of the evening than during the day. The difference was 17, 10, 10 and 10% higher at 3, 7, 14 and 21 days after application (dda), respectively. The reduction in *Sclerocarpus phyllocephalus* control was due to a regrowth of the plant, and there was always less regrowth when Paraquat was applied late afternoon. In the second experiment, the predominant weed was *Chloris virgata*. Applications were done at 10:30 AM or 5:50 PM and solar radiation was 944 and 36 W/m², respectively. We used four replicates with plots of 10 × 4.30 m, using the same experimental design as in the previous experiment. In all evaluations, when applying Paraquat at the end of the afternoon, weed control was higher than when applied during the day. At 3, 7, 14, 21 and 28 daa, the control was 16, 30, 49, 30 and 15% higher, respectively. Applying at the end of the afternoon increases weed control because the night falls and Paraquat does not damage cell membranes because needs light to act as herbicide and the herbicide moves more inside the plant. The following day, when the sun comes out, Paraquat starts its herbicidal action and causes more damage to the plant because it has moved and reaches areas where had not contacted the plant during the application.

Keywords: *Chloris virgata*, herbicide, *Sclerocarpus phyllocephalus*, weed.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	v
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	vi
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS.....	5
4 DISCUSIÓN.....	9
5 CONCLUSIÓN.....	11
6 RECOMENDACIONES.....	12
7 LITERATURA CITADA.....	13

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros Página

1. Caracterización de malezas presentes en el área zona 2 en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras..... 4

Figuras Página

1. Porcentaje del control con Paraquat aplicado en el día y al final de la tarde sobre la maleza *Sclerocarpus phyllocephalus*. 4
2. A. Aplicación de Paraquat en el día, foto tomada a los 7 días después de la aplicación. B. Aplicación de Paraquat al final de la tarde, foto tomada 7 días después de la aplicación. La aplicación al final de la tarde se observa más oscura. .. 5
3. Porcentaje del control con Paraquat aplicado en el día y al final de la tarde sobre la maleza *Chloris virgata*. 6
4. A. Tratamiento al final de la tarde aplicado con Paraquat con 3 días de haberse aplicado B. tratamiento día aplicado con Paraquat con 3 días de haberse aplicado. C. Tratamiento al final de la tarde aplicado con Paraquat con 7 días de haberse aplicado. D. Tratamiento día aplicado con Paraquat con 7 días de haberse aplicado..... 7
5. A. Tratamiento al final de la tarde aplicado con Paraquat, con 14 días de haberse aplicado. B: Tratamiento día aplicado con Paraquat, con 14 días de haberse aplicado..... 8

1. INTRODUCCIÓN

El Paraquat (Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridilo) es un herbicida bipiridilo, posemergente de contacto y de acción rápida. Es no selectivo, no residual y se usa en muchos cultivos agronómicos, flores, vegetales y frutales (Syngenta Crop Protection 2013a). Se utiliza para controlar malezas anuales de hojas anchas o gramíneas. También se usa como desecante ya que seca el follaje y los cultivos, como soya, papa y frijoles, se pueden cosechar antes (WSSA 2007).

Después de la aplicación, la penetración del Paraquat a través de la superficie foliar ocurre casi de inmediato y la lluvia que cae unos 15-30 minutos después de aplicado no reducen el control de malezas (Syngenta Crop Protection 2013c). Esta absorción aumenta con alta intensidad de la luz (Benítez Espinal 2011, Wood y Cosnell 1966), la alta humedad relativa y la humedad del suelo (Brian 1966). Además, por el adyuvante no iónico agregado en la formulación (Putnam y Ries 1968, Robinson 2009, Syngenta Crop Protection 2013b).

El movimiento del Paraquat en la planta es a través del xilema por medio del flujo de la transpiración (Slade y Bell 1966). El movimiento puede estar influenciado por las condiciones de luz u oscuridad (Benítez Espinal 2011, Wood y Cosnell 1966, Putnam y Ries 1968), humedad relativa y humedad en el suelo (Brian 1966). Por lo tanto, el momento de aplicación del Paraquat es un factor importante que se debe de tomar en cuenta, debido al comportamiento fisiológico de la maleza para absorber y movilizar el herbicida (Preston *et al.* 1992).

El lugar donde actúa el paraquat es en el cloroplasto que contiene los fotosistemas de la fotosíntesis de las plantas verdes, que absorben la energía de la luz que se utiliza para la fotosíntesis (Robinson 2009, Syngenta Crop Protection 2013b). Paraquat mata a las plantas afectando la fotosíntesis ya que interfiere el transporte de electrones en el fotosistema I al aceptar los electrones. Cuando los electrones pasan a la molécula de Paraquat se forman radicales libres, que son compuestos que dañan los lípidos de las membranas celulares (Pitty 1995, Syngenta 2013b, Gunsolus y Curran 2002), lo que eventualmente mata a la planta.

Ya que el Paraquat necesita la luz para que actúe y pueda matar las plantas (Robinson 2009), actúa de diferentes formas si se es aplicado en horas de alta luminosidad o al atardecer (Putnam y Ries 1968). Si la radiación solar no es muy alta, su efecto fitotóxico se reduce y de esta manera el herbicida tiene la capacidad de moverse dentro de la planta (Putnam y Ries 1968, Wood y Cosnell 1966, Robinson 2009, Wersal *et al.* 2010). Una mayor translocación del paraquat puede aumentar el control de malezas (Wersal *et al.*

2010), lo que puede ocurrir si se aplica al final de la tarde, pues en la noche el herbicida no causa daño porque no hay luz y no hay fotosíntesis.

El objetivo del estudio fue determinar el control de malezas con Paraquat aplicado en el día (alta luminosidad) o al final de la tarde (baja luminosidad seguido de un periodo de oscuridad) en dos malezas anuales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos con el herbicida Paraquat¹. En ambos experimentos se usaron 400 g/ha de ingrediente activo, que es la dosis que recomienda el formulador. Los tratamientos fueron la aplicación de Paraquat durante el día (alta radiación solar) o la aplicación al final de la tarde (baja radiación solar) unos 20 minutos antes de caer la noche. Hubo un testigo que no fue aplicado con Paraquat ni se usó en el análisis estadístico, solamente se usó para comparar el control de malezas con los tratamientos aplicados con Paraquat.

En ambos experimentos, el herbicida fue aplicado con una bomba de mochila modelo T² equipada con un tanque de acero inoxidable y presurizado con CO₂. El aguilón era de 2.0 m con cuatro boquillas separadas 50 cm entre ellas. Las aplicaciones se realizaron a una velocidad constante de 2.57 km/h y una presión de 30 psi. Se utilizaron las boquillas Teejet[®] XR8003VS³ de abanico plano de amplio espectro. La bomba fue calibrada para aplicar 250 L de agua por hectárea.

Los datos de la radiación solar, al momento de la aplicación, fueron tomados del sitio de internet⁴ de la estación meteorológica de la Escuela Agrícola Panamericana, localizada en Zamorano (14°00'42.49" N y 87°00'42.86" O), Honduras. Se entró al sitio con un celular mientras se estaba aplicando en el campo. El primer experimento estaba a unos 600 m de la estación meteorológica y el segundo a unos 1,400 m.

La toma de datos se realizó visualmente comparando el lote testigo (0% de control) con los lotes aplicados dentro de cada bloque. Ya que no hubo datos extremos de 0 o 100% de control, no hubo transformación al arcoseno. Los datos fueron analizados en un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con una separación de medias de LSD (Least Significant Difference). Se usó el SAS (Statistical Analysis System) para el análisis estadístico utilizando una probabilidad de 5%.

Experimento usando *Sclerocarpus phyllocephalus* Blake. La maleza anual *Sclerocarpus phyllocephalus* era la predominante, tenía unos 35 cm de altura y estaba en

¹ Paraquat criollo 20 SL, fabricado por Westrade Guatemala, S.A.

² Mochila modelo T, equipada con contenedor de acero inoxidable de 11.35 L, cilindro de aluminio de CO₂ de 2.27 kg, regulador de presión y aguilón para cuatro boquillas. Fabricada por Bellspray, Inc.; P.O. Box 269, Opelousas, LA 70571-0269, Estados Unidos.

³ Fabricada por Spraying Systems Co.; North Ave. & Schmale Rd. PO Box 7900 Wheaton IL, 60189, Estados Unidos.

⁴ Sitio web de la Estación Meteorológica <http://www.weatherlink.com/user/falvarez71/>

floración. Las parcelas eran de 10 × 4 m y se usaron tres réplicas. La aplicación al final de la tarde fue el 19 de septiembre del 2012, entre las 5:50 pm y las 5:55 pm, la radiación solar era de 12 W/m² al inicio de la aplicación y se redujo a 7 W/m² al terminar; la humedad relativa era de 74% y la temperatura de 24.8 °C. El tratamiento aplicado durante el día fue el 20 de septiembre, entre 9:50 am y 9:55, la radiación solar era de 970 W/m².

Los datos fueron tomados a los 3, 7, 14 y 21 días después de la aplicación (dda). Se tomó el daño a la maleza con dos personas y se tomó el promedio como el porcentaje del control para el lote. El porcentaje de control se determinó comparando cada lote con el testigo que no fue aplicado. Se utilizó la escala visual de daño de 0% cuando la aplicación no tuvo efecto, 10 a 30 % un efecto ligero, 40 a 60 % efecto mediano, 70 a 90 % efecto severo y 100 % muerte total (De la Cruz 1986).

Experimento usando *Chloris virgata* Swartz. Este fue realizado en el área de zona 2 de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. La aplicación fue el 20 de mayo de 2013 (tratamiento aplicado en el día) entre las 10:30 am y 10:45 am, la radiación solar era de 882 W/m² y la temperatura 30.2 °C. La aplicación al final de la tarde se hizo al atardecer el 20 de mayo de 2013, entre las 5:40 pm y 5:50, la radiación solar era de 37 W/m² y ese día no llovió. La maleza anual predominante era *Chloris virgata* (Cuadro 1). Los datos fueron tomados a los 3, 7, 14, 21 y 28 dda. El control fue expresado en porcentaje y determinado por dos personas, igual que en el experimento anterior.

Las malezas predominantes eran las gramíneas *Chloris virgata* (28%), *Rottboellia cochinchinensis* (20%) y *Digitaria sanguinalis* (17%). Las hojas anchas predominantes eran *Portulaca oleracea* (14%), *Sclerocarpus phyllocephalus* (9%), *Parthenium hysterophorus* (6%) y *Amaranthus spinosus* (6%) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Caracterización de las malezas presentes en el área de zona 2 en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, el 21 de mayo de 2013

Malezas	Altura (cm)	Distribución de especies (%)
<i>Chloris virgata</i>	16	28
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	22	20
<i>Amaranthus spinosus</i>	45	6
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	16	9
<i>Portulaca oleracea</i>	12	14
<i>Digitaria sanguinalis</i>	30	17
<i>Parthenium hysterophorus</i>	20-50	6

3. RESULTADOS

Experimento usando *Sclerocarpus phyllocephalus*. En todas las evaluaciones, el control fue estadísticamente mayor ($P < 0.05$) cuando el Paraquat fue aplicado al final de la tarde que en el día (Figuras 1 y 2). La diferencia fue 17, 10, 10 y 10% mayor a los 3, 7, 14 y 21 dda, respectivamente (Figura 1). El control fue mayor en la evaluación a los 7 dda que en las demás evaluaciones. La reducción en el control de *Sclerocarpus phyllocephalus* después de los 7 dda se debió a los rebrotes de la planta, pero siempre hubo menos rebrotes en los lotes aplicados al final de la tarde, unos minutos antes de que se ocultara el sol (Figura 2). En ambas aplicaciones hubo un aumento en el control del tercer día al séptimo día

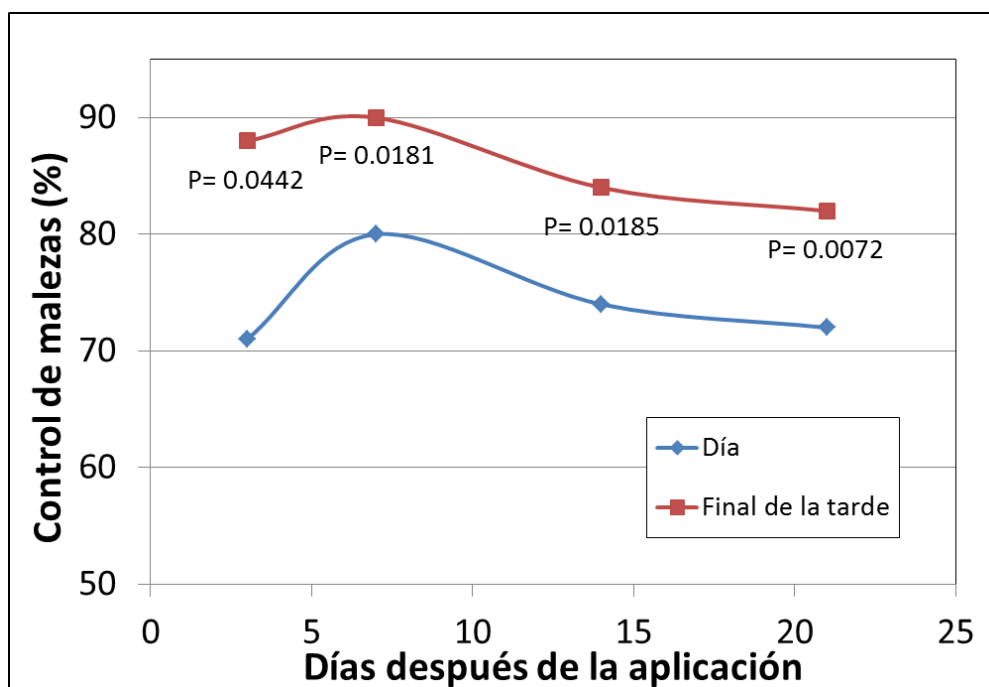


Figura 1. Porcentaje del control de la maleza *Sclerocarpus phyllocephalus* con Paraquat aplicado en el día o al final de la tarde.

Experimento usando *Chloris virgata*. En todas las evaluaciones, el control de malezas al aplicar Paraquat al final de la tarde (unos minutos antes de que se ocultara el sol) fue mayor que al aplicarlo en el día (Figura 3). A los 3, 7, 14, 21 y 28 dda el control fue 16, 30, 49, 30 y 15% mayor, respectivamente (Figura 4 y 5). El comportamiento fue similar al

encontrado con la maleza *Sclerocarpus phyllocephalus*. Con excepción de la evaluación a los 14 dda en la aplicación al final de la tarde, el control fue disminuyendo en todas las evaluaciones.

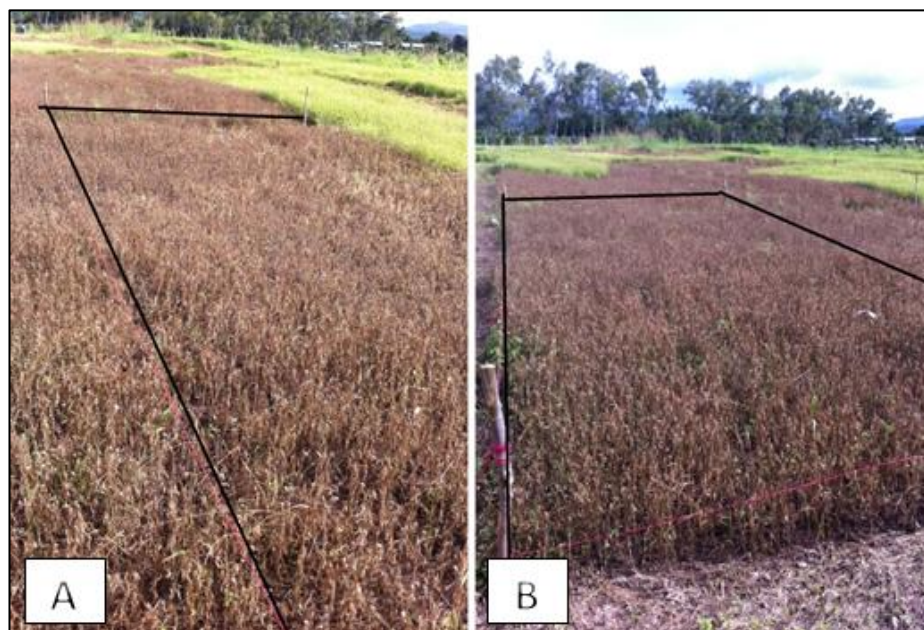


Figura 2. Experimento con la maleza *Sclerocarpus phyllocephalus*. **A).** Aplicación de Paraquat en el día, foto tomada a los 7 días después de la aplicación, el control era de 80%. **B).** Aplicación de Paraquat al final de la tarde, foto tomada 7 días después de la aplicación, el control era 90%. La aplicación al final de la tarde se observa más oscura porque el follaje tenía más daño, estaba más seco.

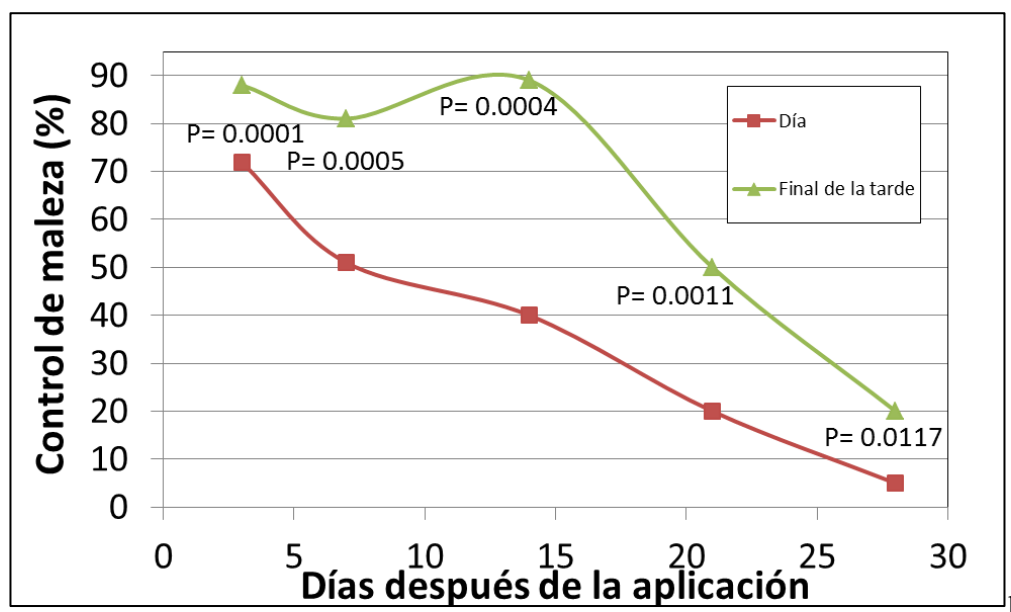


Figura 3. Porcentaje del control de la maleza *Chloris virgata* con Paraquat aplicado en el día o al final de la tarde.

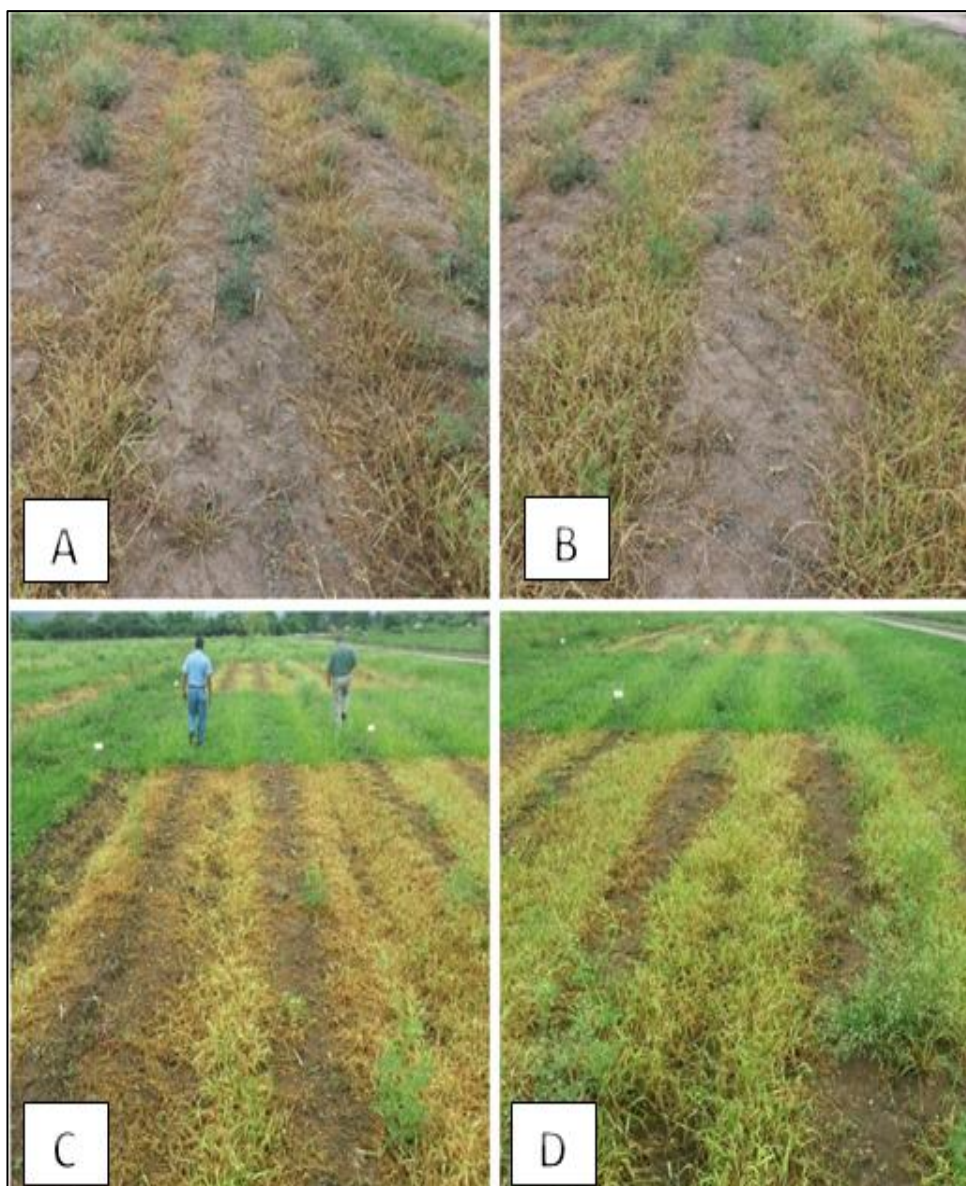


Figura 4. Experimento con *Chloris virgata*. **A).** Paraquat aplicado al final de la tarde, 88% de control a los 3 días después de la aplicación. **B).** Paraquat aplicado en el día, 72% de control a los 3 días después de la aplicación. **C).** Paraquat aplicado al final de la tarde, 83% de control a los 7 días después de la aplicación. **D).** Paraquat aplicado en el día, 53% de control a los 3 días después de la aplicación.

Los resultados de ambos experimentos son similares a los reportados en la maleza perenne *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. (Benítez Espinal 2011), aunque los lotes eran pequeños (0.84×1.82 m) y en la noche se cubrieron con una lámina de zinc. A los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 dda el control aplicando Paraquat en el día era 5, 12, 14, 18, 22 y 35% mayor al aplicar en la noche ya que hubo más rebrote al aplicar Paraquat en el día.

El uso de Diquat (1,1'-etileno-2,2'-dipiridilium), un herbicida del mismo grupo, no ha tenido un aumento en la eficacia del herbicida aplicado en la noche. Sin embargo, causó una reducción en el tamaño de las plantas (Wersal *et al.* 2010) y se atribuye al mismo comportamiento de la no destrucción de las membranas celulares aplicando en la noche.



Figura 5. Experimento con *Chloris virgata*. **A).** Paraquat aplicado al final de la tarde, 88% de control a los 14 días después de la aplicación. **B).** Paraquat aplicado en el día, 43% de control a los 14 días después de la aplicación. **C).** Paraquat aplicado al final de la tarde, 48% de control a los 21 días después de la aplicación. **D).** Paraquat aplicado en el día, 18% de control a los 21 días después de la aplicación.

4. DISCUSIÓN

El control de malezas fue mayor cuando el Paraquat se aplicó al final de la tarde (Figuras 1 y 3) en todas las evaluaciones y en ambas malezas. Esto se atribuye a la radiación solar o luminosidad presente al momento de la aplicación y después de la aplicación. Cuando se aplicó Paraquat a la maleza *Sclerocarpus phyllocephalus* en el día (9:50 am), la luminosidad era de 970 W/m² y se mantuvo alta después de la aplicación, a las 10:30 am, 11:00 am, 11:30 am y 12:00 m era de 675, 888, 1,165 y 1,127 W/m², respectivamente. Sin embargo, al aplicarlo al final de la tarde era de 12 W/m² y en pocos minutos se ocultó el sol. La misma situación hubo con *Chloris virgata*, la luminosidad era de 882 W/m² a las 10:30 am y siguió alta; a las 11:00 am, 11:30 am, 12:00 m y 12:30 pm era de 925, 944, 893 y 944 W/m², respectivamente; al aplicarlo al final de la tarde era de 37 W/m² y en pocos minutos la radiación era cero, a las 6:00 pm se ocultó el sol.

Al aplicar al final de la tarde, el quemado de la maleza *Sclerocarpus phyllocephalus* a los 7 dda era más oscuro que al aplicar en el día (Figura 2). Esto se atribuye a que al aplicar al final de la tarde, el Paraquat causó más daño al follaje debido a que logró moverse más porque recibió poca luz solar una vez que fue aplicado y se pudo mover a áreas en la hoja donde no hubo contacto directo con el Paraquat (Putnam y Ries 1968).

Paraquat es un herbicida de contacto que destruye las membranas celulares rápidamente (Syngenta Crop Protection 2013c). Actúa en la fotosíntesis interceptando los electrones en el fotosistema I entre la ferredoxina y el aceptor final NADP⁺. Al tomar los electrones se forma un radical de Paraquat que reacciona inmediatamente con el oxígeno molecular y se produce el radical superóxido, radicales libre de hidroxilo y peróxido de hidrógeno, todos son dañinos a las membranas porque dañan los lípidos que la forman (Pitty 1995, WSSA 2007). El daño a las membranas celulares mata las células y eventualmente a la planta.

El paraquat actúa en presencia de la luz secando las partes verdes de todas las plantas con las cuales entra en contacto. La penetración a través de la superficie foliar ocurre casi de inmediato después de aplicar (Syngenta Crop Protection 2013c). Esta absorción aumenta con alta intensidad de luz y humedad relativa y por el sistema adyuvante específico que está incorporado en la formulación (Putnam y Ries 1968), lo que asegura una buena retención de la pulverización y humidificación del follaje (Syngenta 2013).

El daño a las membranas limita la movilidad en la planta porque las células mueren y es imprescindible que las células estén vivas para que haya translocación. Al aplicar Paraquat al final de la tarde hay menos daño a las membranas celulares porque la radiación solar es poca e inmediatamente llega la noche (Putnam y Ries 1968). Como no hay daño a las membranas, el Paraquat se transloca en la planta y puede llegar a las partes donde no hizo contacto con el tejido fotosintético (hojas y tallos), cosa que no ocurre o es

menor cuando la luminosidad es alta. Al momento en que la planta reciba la luz a la mañana al día siguiente, el Paraquat empezará a interactuar con el transporte de electrones en la fase lumínica de la fotosíntesis y empezará a formar compuestos tóxicos a las membranas (Syngenta 2013, Pitty 1995, Wood y Cosnell 1966).

La cantidad de Paraquat que se mueve de las hojas aplicadas a otras partes de la planta es mayor cuando se mantienen en la oscuridad y luego se exponen a la luz, que cuando no pasan el periodo de oscuridad (Putnam y Ries 1968, Akhavein y Linscott 1970). El mayor movimiento se debe a que se mueve más herbicida al xilema cuando el tejido no es dañado, cuando el tejido es dañado se reduce la penetración del herbicida al xilema (Slade y Bell 1966, Wood y Cosnell 1966).

Las implicaciones de esta investigación sugieren que la aplicación al final de la tarde puede compensar por la falta de cobertura del follaje con las aplicaciones deficientes que o cubren el follaje completamente. Paraquat es un herbicida de contacto (WSSA 2007) y solamente destruye las partes verdes de la planta donde hace contacto, por lo tanto se debe cubrir completamente el follaje para un buen control de malezas. La poca cobertura del follaje puede deberse a gotas muy grandes, poca cantidad de agua por hectárea (Ramsdale y Messersmith 2001), falta de traslape, boquillas dañadas, boquillas inadecuadas o demasiado viento. La aplicación al final de la tarde permitirá que el herbicida se mueva a otras partes de la planta donde no cayó y al día siguiente puede dañar más área del follaje, lo que aumentará el control.

En el experimento con *Chloris virgata*, un resultado inesperado fue que la maleza anual *Parthenium hysterophorus* no fue controlada por el Paraquat. Ya que esta maleza fue introducida recientemente en el área donde se estableció el ensayo, lo más probable es que sea una tolerancia innata al Paraquat, en vez de una resistencia que apareció al seleccionar un genotipo resistente por las aplicaciones constantes con Paraquat. Esta maleza ha sido reportada resistente a los herbicidas chlorimuron, cloransulam, foramsulfuron, imazethapyr e iodosulfuron en Brasil (International Survey of Herbicide Resistant Weeds 2013). La tolerancia de esta especie al Paraquat ha sido reportada en Kenya (Njoroge 1991), pero en Australia el Paraquat mezclado con Diquat es recomendado para su control (Department of Agriculture and Food 2012).

5. CONCLUSIÓN

- En las malezas *Sclerocarpus phyllocephalus* y *Chloris virgata* hubo mayor control con la aplicación de Paraquat al final de la tarde.

6. RECOMENDACIONES

- Los agricultores deben preferir las aplicaciones de Paraquat al final del día, en vez de aplicaciones en la mañana o a medio día.
- Estudiar la aplicación de Paraquat con diferentes tipos de estadios de las malezas para ver si existe variación.

7. LITERATURA CITADA

Akhavein, A.A. y D. L. Linscott. 1970. Effects of Paraquat and light regime on quackgrass growth. *Weed Science* 18(3):378-382

Benítez Espinal, D.A. 2011. Efectividad del Paraquat aplicado en la noche y sobre hojas cubiertas con suelo, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 23 p.

Brian, R.C. 1966. The bipyridylium quaternary salts: The effect of atmospheric and soil humidity on the uptake and movement of diquat and paraquat in plants. *Weed Research* (6): 292-303.

Calderbank, A. y P. Slade. 1966. The fate of paraquat in plants. *Outlook on Agriculture* 5(2):55-59.

Department of Agriculture and Food. 2012. Parthenium weed (*Parthenium hysterophorus*) - Declared plant in Western Australia (en línea). Consultado el 4 de octubre de 2013. Disponible en http://www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/pw/weed/decp/parthenium_w eed.pdf

Gonsolus, J.L. y W.S. Curran. 2002. Herbicide mode of action and injury symptoms. North Central Regional Publication No. 377. University of Minnesota.

International Survey of Herbicide Resistant Weeds. 2013. Group B/2 resistant ragweed parthenium (*Parthenium hysterophorus*) ALS inhibitors (B/2) Brazil, Parana (en línea). Consultado el 4 de octubre de 2013. Disponible en <http://www.weedscience.org/Details/Case.aspx?ResistID=5238>

Muñoz, R. y A. Pitty. 1994. Guía fotográfica para la identificación de malezas: Parte 1. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras. 124 p.

Njoroge J.M. 1991. Tolerance of *Bidens pilosa* L. and *Parthenium hysterophorus* L. to paraquat (Gramoxone) in Kenya. *Kenya Coffee* 56:999-1001.

Pitty, A. 1995. Modo de acción y síntomas de fitotoxicidad de los herbicidas. Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. 63 p.

Pitty, A. y Molina R. A. 1998. Guía fotográfica para la identificación de malezas: Parte 2. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras. 136 p.

Preston, C., J.A.M. Holtum y S.B. Powles. 1992. On the mechanism of resistance to Paraquat in *Hordeum glaucum* and *H. leporinum*: Delayed inhibition of photosynthetic O₂ Evolution after Paraquat application *Plant Physiology* 100:630-636.

Putnam, A.R. y S.K. Ries. 1968. Factors influencing the phytotoxicity and movement of Paraquat in quackgrass. *Weed Science* 16(1):80-83.

Ramsdale, B.K. y C.G. Messersmith. 2001. Drift-reducing nozzles effects on Herbicide performance. *Weed Technology* 15(3):453-460.

Robinson, M. 2009. Application and effective use of herbicides (en línea). Consultado el 4 de octubre de 2013. Disponible en http://www.earlscliffe.com/use_of_herbicides.htm

Slade, P. y E.G. Bell. 1966. The movement of Paraquat in plants. *Weed Research* 6(3):267-274.

Syngenta Crop Protection. 2013a. Ficha técnica de cómo influye significativamente el uso de este producto a la economía mundial (en línea). Consultado 12 de marzo de 2013. Disponible en: <http://www.paraquat.com/spanish>

Syngenta Crop Protection. 2013b. Ficha sobre la ciencia del paraquat (en línea). Consultado 3 julio de 2013. Disponible en : <http://paraquat.com/spanish/banco-de-conocimientos/qu%C3%ADmica-y-bioqu%C3%ADmica/la-ciencia-del-paraquat>

Syngenta Crop Protection. 2013c. Ficha técnica del Paraquat (en línea). Consultado el 4 de octubre de 2013. Disponible en: <http://paraquat.com/spanish/banco-de-conocimientos/ficha-t%C3%A9cnica-del-paraquat>

Wersal, R.M., J.D. Madsen, J.H. Massey, W. Robles y J.C. Cheshier. 2010. Comparison of daytime and night-time applications of Diquat and Carfentrazone-ethyl for control of parrotfeather and Eurasian Watermilfoil. *Journal of Aquat. Plant Management* 48:56-58.

Wood, G.H. y J.M. Cosnell. 1966. Some factors affecting the translocation of radioactive paraquat in *Cyperus* species. *Proceedings of The South African Sugar Technologists' Association* Marzo 1966 286-292.

WSSA (Weed Science Society of America). 2007. *Herbicide Handbook*. 9 ed. S.A. Senseman. 9 ed. Laurence, Kansas, Estados Unidos. p 188-190.