

TOXICIDAD DE HERBICIDAS PROMISORIOS PARA EL CONTROL DE *Dieffenbachia oerstedii* EN HIJOS DE BANANO ¹

Steven Brenes-Prendas², Renán Agüero-Alvarado²

RESUMEN

Toxicidad de herbicidas promisorios para el control *Dieffenbachia oerstedii* en hijos de banano. Entre los meses de agosto a diciembre del 2006, se evaluó la toxicidad potencial y el efecto sobre el crecimiento de hijos espada de banano, bajo seis tratamientos herbicidas para el control de sainillo: testigo absoluto (T1), carfentrazone + surfactante (T2), glifosato + surfactante (T3), glifosato + carfentrazone + surfactante (T4), glifosato + sulfato de amonio + surfactante (T5) y metsulfuron metil + carfentrazone + surfactante (T6). Se utilizó un diseño irrestricto al azar con 20 repeticiones, para un total de 120 hijos. El tratamiento con metsulfuron metil afectó el crecimiento de los hijos espada, causando la muerte de algunos de ellos, mientras que el glifosato + carfentrazone + surfactante no afectó a los hijos espada y no se diferenció del testigo. Se confirma el potencial del tratamiento glifosato + carfentrazone como alternativa para el control del sainillo en plantaciones comerciales de banano, pues provee un control aceptable de la maleza con selectividad a los hijos espada del cultivo.

Palabras clave: Hijos productivos, sainillo, carfentrazone, glifosato, metsulfuron metil.

ABSTRACT

Toxicity of banana suckers by promisory herbicides for the control of *Dieffenbachia oerstedii*. Potential toxicity on banana sword suckers of next treatments was evaluated between August and December of 2006: T1) absolute check, T2) Carfentrazone + surfactant; T3) Glyphosate + surfactant; T4) Glyphosate + carfentrazone + surfactant; T5) Glyphosate + ammonium sulphate + surfactant; T6) metsulfuron methyl + carfentrazone + surfactant. A complete randomized design was used, with 20 replications for each treatment, for a total of 120 bananas suckers. The treatment with Metsulfuron methyl + carfentrazone + surfactant affected growth of some suckers and caused death of a few of them. Glyphosate + carfentrazone + surfactant did not differ from the absolute check. The potential of the treatment with Glyphosate + carfentrazone for *Dieffenbachia oerstedii* control in commercial fields of banana plantations is confirmed, because it provides acceptable weed control and no damage of young banana suckers.

Key words: Productive suckers, sainillo, carfentrazone, glyphosate, metsulfuron methyl.



INTRODUCCIÓN

El propósito de controlar las arvenses del banano es evitar los efectos negativos que éstas pueden tener sobre el sistema productivo. Existen algunas especies de

arvenses que escapan a las alternativas de control que se usan actualmente y que causan dificultades a la hora de realizar las prácticas agronómicas propias del cultivo, las cuales son conocidas como arvenses recalcitrantes. El sainillo (*Dieffenbachia oerstedii* Schott) es una de ellas.

¹ Recibido: 18 de julio, 2011. Aceptado: 12 de marzo, 2012. Este trabajo forma parte de la tesis de maestría del primer autor.

² Laboratorio de Arvenses. Centro de Investigación en Protección de Cultivos (CIPROC). Universidad de Costa Rica. sbrenes@gmail.com; raguero@gmail.com

Al considerar las alternativas de control para el sainillo, se deben analizar opciones eficientes de control que a su vez no afecten al cultivo, principalmente a los hijos productivos. En banano es conocida la importancia de los hijos productivos, también conocidos como hijos espada, en la unidad productiva madre-hijo-nieto; ya que estos garantizan la futura cosecha (Soto 1992). Por esta razón las prácticas agronómicas, entre ellas el control de sainillo, deben evitar cualquier daño a los hijos espada.

En la actualidad, el glifosato es el herbicida más utilizado para el control de arvenses en banano, del cual se ha investigado acerca de su efecto en los hijos espada. En estudios realizados por Agüero y Pérez (1998), se concluyó que a las dosis recomendadas por la casa comercial y en aspersiones por debajo de los 60 cm de altura de hijos espada, este herbicida no afectó el crecimiento, desarrollo, producción ni calidad de fruta. En estudios realizados por Rodríguez y Agüero (2004), se obtuvo que aplicaciones de glifosato sobre cortes frescos de deshijas, no afectaron el crecimiento de los hijos espada. A pesar de este comportamiento deseable en banano, el glifosato por sí sólo no muestra un control eficiente del sainillo.

Entre las nuevas alternativas para el control de arvenses en el agroecosistema bananero, se encuentra el herbicida carfentrazone - etil, del grupo aril triazina, que se caracteriza por ser absorbido rápidamente por el follaje (WSSA 2002). Al mezclarse el carfentrazone con glifosato, existe una rápida absorción de ambos herbicidas por las plantas, lo que resulta en un efecto sinérgico sobre el control del sainillo y otras malezas por el glifosato; sin embargo, se desconoce si las características antes mencionadas, podrían aumentar también la absorción del glifosato en los hijos espada del banano.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la toxicidad potencial al banano de la mezcla glifosato + carfentrazone, así como de otros tratamientos para el control de sainillo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El estudio se realizó en el cable 5 de la finca Limofrut C, en Matina, provincia de Limón, en el período de agosto a diciembre del 2006. Según la

clasificación de zonas de vida de Holdridge (1979), el lugar corresponde a la formación de bosque tropical húmedo, con una precipitación anual que fluctúa entre los 3500 a 4000 mm. La temperatura anual promedio es de 25°C, una altitud de 11 msnm y la humedad promedio del 85% (Herrera 1985).

Metodología

En dos secciones del cable 5 se marcaron 120 hijos espada con una altura menor a 1 m, correspondientes a seis tratamientos, cada uno con veinte repeticiones, este número se debe a la variabilidad en crecimiento que pueden presentar los hijos de banano. La descripción de los tratamientos se detalla en el Cuadro 1. Estos fueron untados sobre los hijos a ambos lados del mismo y sobre el punto de crecimiento apical, con un mechero Microwipe (Micro Sprayers LTD), con un volumen de mezcla de 100 cc. Cada hijo recibió poco menos de 1 cc de esa mezcla.

El diseño experimental utilizado fue un irrestricto al azar. La unidad experimental fue el hijo espada seleccionado según el criterio antes citado. Para darles seguimiento, cada hijo utilizado recibió una triple marca, a saber: una marca en la planta madre, una en el hijo y otra en una estaca al frente del hijo.

Posterior a la aplicación de los tratamientos se realizaron evaluaciones cada quince días aproximadamente. Las variables evaluadas fueron: altura del hijo, circunferencia en la base del hijo y síntomas de toxicidad. Para medir la toxicidad potencial de los hijos espada se estableció una escala (Cuadro 2).

Los tratamientos aplicados en este estudio son experimentales y no una sugerencia tácita para su aplicación en campo.

Se realizó un análisis de varianza de los datos; las medias de los tratamientos para las distintas variables se separaron con DMS protegida de Fischer, al 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza muestra que las variables de altura y circunferencia de los hijos espada no fueron diferentes en la evaluación previa al untado de los tratamientos, lo cual garantiza la homogeneidad de las unidades experimentales seleccionadas (Cuadro 3).

Cuadro 1. Tratamientos herbicidas evaluados sobre hijos espada de banano. Finca Limofrut C. Matina, Limón Costa Rica. 2006.

# Tratamiento	Descripción de tratamiento	Dosis
1	Testigo absoluto	
2	Carfentrazone + surfactante	8 : 1 / 91 % vpc* / v agua
3	Glifosato + surfactante	33 : 1 / 66 % vpc / v agua
4	Glifosato + carfentrazone + surfactante	33 : 8 : 1 / 58 % vpc / v agua
5	Glifosato + sulfato de amonio + surfactante	33 : 10 : 1 / 56 % vpc / v agua
6	Metsulfuron metil + carfentrazone + surfactante	19 : 8 : 1 / 72 % vpc / v agua

* vpc / v agua: volumen de producto comercial / volumen de agua (no dura, pH neutro).

Cuadro 2. Escala de síntomas por toxicidad de herbicida sobre hijos espada de banano. Finca Limofrut C. Matina. Limón. Costa Rica. 2006.

Escala	Síntomas
0	No hay síntomas
1	Necrosis en hojuelas viejas
2	Necrosis en hojuelas viejas y en nuevas
3	Necrosis en hojuelas viejas y nuevas + planta torcida
4	Muerte del hijo

Al evaluar el porcentaje de incremento de altura entre la primera y segunda evaluación, mediante análisis de varianza, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 4). El tratamiento con el herbicida metsulfuron metil, presentó el incremento de altura más bajo, en comparación con el testigo absoluto y los otros tratamientos. En observaciones de campo se constató que varios hijos de este tratamiento fueron afectados, presentando síntomas de grado 2 (Cuadro 2). El tratamiento de glifosato + sulfato de amonio + surfactante, presentó una condición intermedia entre el testigo absoluto y el tratamiento con metsulfuron. Los tratamientos que incluyeron al herbicida carfentrazone (T2 y T4), así como el de glifosato solo (T3) no presentaron diferencias significativas con respecto al testigo.

El porcentaje de incremento de la primera a la tercera evaluación, para el tratamiento con mesulfuron metil también presentó los valores más bajos de altura, diferencia significativa respecto al testigo (Cuadro 5).

Cuadro 3. Altura y circunferencia de hijos espada de banano antes de la aplicación de los tratamientos herbicidas. Finca Limofrut C. Limón. Costa Rica. 2006.

Tratamientos	Altura (cm)	Circunferencia (cm)
T1	44,3 a	22,5 a
T2	39,5 a	21,3 a
T3	47,4 a	20,5 a
T4	43,5 a	24,4 a
T5	53,5 a	23,2 a
T6	44,4 a	23,4 a

Medias con la misma letra en la misma columna no difieren significativamente, según DMS protegida de Fischer, $p \leq 0,05$.

A partir de esta evaluación se perdieron algunos hijos en este tratamiento por una deshija realizada por la finca, sin embargo no se perjudicó el estudio. Se supone que hijos con síntomas severos de toxicidad indujeron a trabajadores de campo a su eliminación, a pesar de recomendaciones de antemano para evitar esto.

El tratamiento de glifosato + sulfato de amonio mantuvo el mismo comportamiento de porcentaje de incremento, pero los tratamientos de carfentrazone (T2), glifosato (T3) y glifosato + carfentrazone (T4) mostraron un comportamiento intermedio entre el testigo y el tratamiento glifosato + sulfato de amonio (Cuadro 5). Al analizar el porcentaje de incremento entre la primera y la cuarta evaluación, el comportamiento de esos tratamientos vuelve a ser igual que

Cuadro 4. Porcentaje de aumento en la altura de hijos de banano, entre la primera⁺ y la segunda evaluación, luego de la adición de herbicidas para el control de *D. oerstedii*. Finca Limofrut C. Matina, Limón, Costa Rica. 2006.

Tratamientos	Descripción de tratamientos	Ago 10 - Ago 23*
1	Testigo absoluto	24,5 b
2	carfentrazone + surfactante	25,1 b
3	glifosato + surfactante	23,6 b
4	glifosato + carfentrazone	22,3 b
5	glifosato + sulfato de amonio + surfact	17,5 ab
6	metsulfuron metil + carfentrazone + surfac	8,6 a

Medias con la misma letra no difieren significativamente, según DMS protegida de Fischer, $p \leq 0,05$.

⁺ primera evaluación = un día antes de la aplicación de los tratamientos

* Separación de medias de los datos transformados a raíz de $x+0,5$.

Cuadro 5. Porcentaje de aumento en la altura de hijos de banano, entre la primera⁺ y la tercera evaluación, luego de la adición de herbicidas para el control de *D. oerstedii*. Finca Limofrut C. Matina, Limón. Costa Rica. 2006.

Tratamientos	Descripción de tratamientos	Ago 10 - Set 13*
1	Testigo absoluto	83,9 c
2	carfentrazone + surfactante	79,3 bc
3	glifosato + surfactante	79,1 bc
4	glifosato + carfentrazone	75,0 bc
5	glifosato + sulfato de amonio + surfact	50,4 b
6	metsulfuron metil + carfentrazone + surfac	27,0 a

Medias con la misma letra no difieren significativamente, según DMS protegida de Fischer, $p \leq 0,05$.

⁺ primera evaluación = un día antes de la aplicación de los tratamientos.

* Separación de medias de los datos transformados a raíz $x+0,5$.

para la primera evaluación (Cuadro 6). Esta variación al comparar las medias se pudo deber al error experimental o de campo.

El tratamiento con metsulfuron presentó el mismo comportamiento descrito para el Cuadro 5 (Cuadro 6 y 7). Además, durante estas evaluaciones se encontraron cuatro hijos muertos en este tratamiento, y otros alcanzando síntomas de grado 3 (Cuadro 2).

El tratamiento carfentrazone + surfactante untado, no difirió del testigo a lo largo de todas las evaluaciones. El comportamiento del tratamiento de glifosato

+ carfentrazone (T4), tampoco difirió del testigo, si bien no difirió estadísticamente del tratamiento de glifosato + sulfato de amonio, las medias de este último siempre fueron menores en comparación al glifosato + carfentrazone.

El glifosato + carfentrazone untado, en los rangos de concentración estudiados, ofrece una alternativa interesante ya que además de no afectar la altura de los hijos espada, ni promover síntomas de toxicidad en hijo o madre del banano, cuenta con EPA en ese cultivo. Además, según estudios realizados por Brenes

Cuadro 6. Porcentaje de aumento en la altura de hijos de banano, entre la primera⁺ y la cuarta evaluación, luego de la adición de herbicidas para el control de *D. oerstedii*. Finca Limofrut C. Matina, Limón, Costa Rica. 2006.

Tratamientos	Descripción de tratamientos	Ago 10 - Oct 18*
1	Testigo absoluto	174,8 b
2	carfentrazone + surfactante	180,2 b
3	glifosato + surfactante	171,6 b
4	glifosato + carfentrazone	161,5 b
5	glifosato + sulfato de amonio + surfact	133,7 ab
6	metsulfuron metil + carfentrazone + surfac	93,7 a

Medias con la misma letra no difieren significativamente, según DMS protegida de Fischer, $p \leq 0,05$.

⁺ primera evaluación= un día antes de la aplicación de los tratamientos.

* Separación de medias de los datos transformados a raíz $x+0,5$.

Cuadro 7. Porcentaje de aumento en la altura de hijos de banano, entre la primera⁺ y la quinta evaluación, luego de la adición de herbicidas para el control de *D. oerstedii*. Finca Limofrut C. Matina, Limón, Costa Rica. 2006.

Tratamientos	Descripción de tratamientos	Ago 10 - Nov 23*
1	Testigo absoluto	270,9 b
2	carfentrazone + surfactante	296,4 b
3	glifosato + surfactante	270,3 b
4	glifosato + carfentrazone	240,4 b
5	glifosato + sulfato de amonio + surfact	207,9 ab
6	Metsulfuron metil + carfentrazone + surfac	157,7 a

Medias con la misma letra no difieren significativamente, según DMS protegida de Fischer, $p \leq 0,05$.

⁺ primera evaluación= un día antes de la aplicación de los tratamientos.

* Separación de medias de los datos transformados a raíz $x+0,5$.

et al. (2008), este tratamiento ofrece un control satisfactorio sobre el sainillo.

Al analizar el porcentaje de incremento de la circunferencia, en las diferentes evaluaciones (Cuadros 8, 9, 10, 11), se observa que el tratamiento con metsulfuron metil obtuvo las circunferencias más bajas, lo cual concuerda con lo obtenido para los incrementos de altura, lo que corrobora el impacto negativo de este herbicida sobre el crecimiento del banano.

En ninguno de los tratamientos evaluados se encontraron síntomas de toxicidad típica, provocados

por los herbicidas en estudio, sobre las plantas madre de banano. Debido a lo localizado de la aplicación de los tratamientos, mediante el untado de los mismo con el mechero y lo meticulosa de dicha aplicación en el campo, evitando el contacto con cualquier planta que no fuera los hijos en estudio, se estima que no hubo ninguna translocación de los herbicidas de los hijos tratados a las plantas madres de banano, por lo menos no a concentraciones que promovieran la aparición de síntomas.

El tratamiento untado de metsulfuron metil + carfentrazone + surfactante presentó los incrementos

Cuadro 8. Porcentaje de aumento en la circunferencia de hijos de banano, entre la primera⁺ y la segunda evaluación luego de la adición de herbicidas para el control de *D. oerstedii*. Finca Limofrut C. Matina, Limón. 2006.

Tratamientos	Descripción de tratamientos	Ago 10 - Ago 23
1	Testigo absoluto	18,6 ab
2	carfentrazone + surfactante	18,8 ab
3	glifosato + surfactante	21,9 b
4	glifosato + carfentrazone	16,8 ab
5	glifosato + sulfato de amonio + surfact	13,6 a
6	Metsulfuron metil + carfentrazone + surfac	13,3 a

Medias con la misma letra no difieren significativamente, según DMS protegida de Fischer, $p \leq 0,05$.

⁺ primera evaluación= un día antes de la aplicación de los tratamientos.

Cuadro 9. Porcentaje de aumento en la circunferencia de hijos de banano, entre la primera⁺ y la tercera evaluación luego de la adición de herbicidas para el control de *D. oerstedii*. Finca Limofrut C. Matina, Limón. 2006.

Tratamientos	Descripción de tratamientos	Ago 10 - Set 13
1	Testigo absoluto	49,7 c
2	carfentrazone + surfactante	49,0 c
3	glifosato + surfactante	44,5 bc
4	glifosato + carfentrazone	41,6 abc
5	glifosato + sulfato de amonio + surfact	36,6 ab
6	metsulfuron metil + carfentrazone + surfac	30,1 a

Medias con la misma letra no difieren significativamente, según DMS protegida de Fischer, $p \leq 0,05$.

⁺ primera evaluación= un día antes de la aplicación de los tratamientos.

Cuadro 10. Porcentaje de aumento en la circunferencia de hijos de banano, entre la primera⁺ y la cuarta evaluación luego de la adición de herbicidas para el control de *D. oerstedii*. Finca Limofrut C. Matina, Limón. 2006.

Tratamientos	Descripción de tratamientos	Ago 10 - Oct 18
1	Testigo absoluto	81,2 bc
2	carfentrazone + surfactante	86,4 c
3	glifosato + surfactante	77,3 abc
4	glifosato + carfentrazone	72,6 abc
5	glifosato + sulfato de amonio + surfact	65,2 ab
6	metsulfuron metil + carfentrazone + surfac	56,2 a

Medias con la misma letra no difieren significativamente, según DMS protegida de Fischer, $p \leq 0,10$.

⁺ primera evaluación= un día antes de la aplicación de los tratamientos.

Cuadro 11. Porcentaje de aumento en la circunferencia de hijos de banano, entre la primera⁺ y la quinta evaluación luego de la adición de herbicidas para el control de *D. oerstedii*. Finca Limofrut C. Matina, Limón, Costa Rica. 2006.

Tratamientos	Tratamientos	Ago 10 - Nov 23
1	Testigo absoluto	108,6 bc
2	carfentrazone + surfactante	121,7 c
3	glifosato + surfactante	108,2 abc
4	glifosato + carfentrazone	98,5 abc
5	glifosato + sulfato de amonio + surfact	91,3 ab
6	metsulfuron metil + carfentrazone + surfac	78,3 a

Medias con la misma letra no difieren significativamente, según DMS protegida de Fischer, $p < 0,10$.

⁺ primera evaluación = un día antes de la aplicación de los tratamientos.

más bajos para las variables de crecimiento del cultivo evaluadas y provocó la muerte de varios hijos evaluados. Por otra parte, el metsulfuron metil no cuenta con EPA para su uso en banano, lo que limita su uso en plantaciones comerciales.

El tratamiento untado de carfentrazone + surfactante no difirió del tratamiento testigo, en las variables analizadas, lo que sugiere que, por sí mismo, a las concentraciones estudiadas, es selectivo al cultivo.

El tratamiento untado de carfentrazone + glifosato + surfactante no difirió del testigo en las variables evaluadas. Este tratamiento se constituye en la opción actual para el control químico del sainillo, ya que ofrece un control satisfactorio de esta arvense recalcitrante y no afecta el crecimiento de los hijos espada de banano.

Ninguno de los tratamientos mostró síntomas sobre las madres de banano, lo cual sugiere que los herbicidas no se transportan fuera de los hijos untados, o lo hicieron en cantidad insuficiente para provocar sintomatología visible.

Se recomienda realizar un estudio de seguimiento del tratamiento carfentrazone + glifosato + surfactante hasta cosecha, con el fin de evaluar la productividad de estos hijos.

LITERATURA CITADA

- Agüero, R; Pérez, L. 1998. El uso recomendado del herbicida Ranger (glifosato a 240 G/L) no afectó el crecimiento ni el rendimiento del banano. Memorias XIII reunión ACORBAT Ecuador 98. Guayaquil. Ecuador. p. 293-305.
- Brenes, S; Agüero, R; Hoffman, L. 2008. Control de sainillo (*Dieffenbachia oerstedii* Schott) en banano. Rev. Agronomía Mesoamericana 19(2):195-208.
- Herrera, W. 1985. Clima de Costa Rica: vegetación y clima de Costa Rica. Ed. UNED. Vol 2. San José. Costa Rica. 118 p.
- Holdridge, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José. Costa Rica. 216 p.
- Soto, M. 1992. Banano cultivo y comercialización. Litografía e imprenta LIL. Segunda edición. San José. Costa Rica. p. 30-35.
- Rodríguez, A; Agüero, R. 2004. Toxicidad potencial de herbicidas postemergentes al banano sobre cortes de deshija. In Hacia un manejo racional de la flora vascular asociada al banano. Informe final. Proyecto N° 813-A1-802. Laboratorio de Malezas. Universidad de Costa Rica. 72 p.
- WSSA. 2002. Herbicide Handbook. Willian H. Ahrens eds. Weed Science Society of America Publi. 352 p.