



Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Mayo de 2009
Fondo Nacional del Café

IDENTIFIQUE Y PREVENGA LOS DAÑOS EN CAFETALES POR HERBICIDAS

Carlos Alberto Galvis-García*, Luis Fernando Salazar-Gutiérrez**

Un herbicida es un producto capaz de alterar la fisiología de las plantas durante un período suficientemente largo como para impedir su desarrollo normal o causar su muerte. Los de tipo postmergente, pueden clasificarse como herbicidas de contacto, que actúan cerca de su lugar de penetración o sistémicos, los cuales son transportados en el sistema vascular a los sitios de la planta sensibles a su acción (6).

Los herbicidas afectan principalmente tres procesos en la planta: la fotosíntesis, el metabolismo celular y el crecimiento, y la división celular. El glifosato, uno de los herbicidas más usados en la zona cafetera, actúa sobre el metabolismo celular inhibiendo la enzima EPSP sintetasa, la cual se encuentra presente tanto en plantas como en bacterias, y se encarga de la síntesis de aminoácidos esenciales (3).

* Asistente de Investigación. Fitopatología, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia, hasta el 2007

** Asistente de Investigación. Suelos. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

Los herbicidas usados en forma adecuada y racional son una herramienta muy útil para el Manejo Integrado de Arvenses (MIA) en el cultivo del café. Sin embargo, si se hace un uso generalizado y reiterado de ellos pueden ocasionarse problemas de toxicidad en los seres humanos y fitotoxicidad en los cultivos, favorecer la erosión de los suelos, la contaminación de las aguas y la disminución de la biodiversidad. Así mismo, pueden transformarse poblaciones de arvenses que antes eran de fácil control, en arvenses de más difícil manejo (9).

Daños al cultivo por aplicaciones inadecuadas de herbicidas. Las pérdidas causadas por el daño a los cultivos debido a herbicidas mal aplicados son cada vez más frecuentes. Si las desyerbas no se hacen técnicamente y con las precauciones debidas pueden ocasionar serios problemas entre los que se encuentra la disminución en la productividad. Por ejemplo, en maíz se ha reportado que la fitotoxicidad por deriva de glifosato puede afectar en más del 60% el rendimiento (8), y en algodón hasta el 86% (10). En arroz, las

pérdidas por herbicidas distintos a glifosato alcanzan hasta el 40% (1). Cabe anotar que una vez ocurre el daño en el cultivo es muy poco o casi nada lo que se puede hacer para corregirlo.

Los casos de fitotoxicidad debidos a la deriva de los herbicidas pueden afectar la totalidad de una plantación de café (Figura 1); algunos caficultores adoptan prácticas para la recuperación del cultivo que en muchos casos carecen de soporte científico, como es el caso de la aplicación de fuentes de sacarosa cuando se presenta el problema.

El objetivo de este estudio, es mostrar los síntomas asociados al daño causado por aplicaciones incorrectas de glifosato y la necesidad de diferenciarlos de otros como aquellos ocasionados por deficiencias nutricionales o patógenos como la crespada del café. Además, se brindan recomendaciones de manejo de los herbicidas para evitar problemas de toxicidad en las plantaciones de café.



Figura 1. Daños en un cafeto debido a aplicaciones inadecuadas de herbicida.

Pruebas de fitotoxicidad con el herbicida glifosato.

Con el fin de precisar cuáles son los síntomas de fitotoxicidad por glifosato en plantas de café se realizaron tres ensayos en condiciones de campo, invernadero y almácigo. En dos de estos se evaluó el efecto de la miel de caña, antes y después de la aplicación del herbicida para observar el desarrollo de las plantas asperjadas. Así mismo, se pudo determinar el efecto del herbicida sobre los elementos foliares, y este resultado fue comparado con un cuarto ensayo proveniente de muestras de plantas afectadas por crespiera cuyo agente causante es un fitoplasma (5).

• Ensayo 1. Plantas de café de la var. Castillo® de dos años de edad.

En la Estación Central Naranjal, en un cafetal de dos años de edad, sembrado a 1 x 1,5 m, se asperjaron cafetos con el herbicida glifosato, aplicado con el selector de arvenses y con el equipo de aspersión de presión previa retenida (PPR), en dosis de 2 L/ha de producto comercial de glifosato (480 g de i.a/L). Adicionalmente al tratamiento con herbicida, se evaluaron otros dos, el primero consistió en la aplicación de miel de caña (miel de purga) al 20% p/v antes de la aplicación del herbicida y el segundo, en la aplicación de la misma miel inmediatamente después de la aplicación del herbicida.

La aplicación con el selector de arvenses se hizo sobre dos ramas del tercio inferior por árbol, y con el equipo de aspersión sobre dos ramas de diferentes estratos por cada árbol, que correspondieron a: la parte inferior, media, alta, y una aplicación a todo el follaje de un árbol. Además, se tuvo un testigo al cual se le realizó la aplicación solamente con agua.

El ensayo tuvo tres repeticiones (tres árboles de café) por tratamiento. Las observaciones para la descripción de síntomas se realizaron cada 10 días, durante 90 días. Después de 60 días del tratamiento se hizo el análisis foliar de las plantas asperjadas con el herbicida en su totalidad y las plantas testigo. Se tomó una muestra

foliar de cada tratamiento según recomendación de Cenicafé (2).

• Ensayo 2. Plantas de café var. Castillo® de seis meses de edad en casa de mallas.

Plantas sembradas en bolsas de almácigo de 17 x 23 cm, localizadas en Cenicafé - Planalto, se trataron con el herbicida glifosato, aplicado con el selector de arvenses y con el equipo PPR, en dosis de 2 L/ha de producto comercial de glifosato (480 g de i.a/L). Adicionalmente, se tuvieron dos tratamientos: el primero consistió en la aplicación de miel de caña (miel de purga) al 20% p/v sobre las plantas antes de ser tratadas con herbicida y el segundo, en la aplicación de la misma miel inmediatamente después de ser tratadas con el herbicida. Se contó con un testigo (sin aplicación de herbicida), y 10 repeticiones (10 plantas de café) por tratamiento. Se describieron los síntomas cada 10 días durante un período de 90 días.

• Ensayo 3. Plantas de var. Caturra de seis meses de edad, en almácigo.

Cafetos sembrados en materas de 10 litros de capacidad, ubicados en un almácigo en Cenicafé - La Granja, se asperjaron con diferentes dosis de glifosato, así: 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 L/ha de producto comercial (480 g/L), utilizando concentraciones de 2, 4, 6 y 8 cm³/L, respectivamente. El ensayo contó con un tratamiento testigo (sin aplicación de herbicida) y 10 repeticiones (10 plantas de café) por tratamiento. Se describieron los síntomas cada 10 días durante 6 meses. Después de 60 días, se seleccionaron al azar por cada tratamiento tres plantas para evaluar el peso seco de la raíz y de la parte aérea y realizar el análisis foliar.

• Ensayo 4. Efecto de la crespiera sobre los elementos foliares.

Con el fin de observar el efecto de la crespiera sobre los elementos foliares y poder comparar si éste es similar a lo que ocurre con plantas asperjadas con glifosato, se tomaron hojas de 10 plantas sanas y de 10 plantas afectadas por este disturbio y se realizó el análisis foliar para verificar si las deficiencias foliares en ambos casos eran similares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

● **Ensayo 1. Plantas de café var. Castillo® de dos años de edad.**

Ocho días después de la aplicación de los tratamientos se observaron los mismos síntomas de daño en las plantas tratadas con miel de caña y herbicida que en aquellas tratadas solo con el herbicida. La Figura 2, muestra la defoliación de plantas en el almácigo lo que comprueba que la miel de caña aplicada bajo las condiciones del estudio no induce la recuperación de la planta.

En general, los síntomas observados a través del tiempo fueron los siguientes (Tabla 1):

- Ocho días después del tratamiento (ddt) los síntomas más característicos fueron: clorosis, deformación y pérdida de turgencia de las hojas más jóvenes.
- A los 15 ddt se observó una defoliación severa y necrosis de las hojas jóvenes, de los puntos de crecimiento y de las yemas y los frutos recién formados.
- 21 ddt se observó muerte de los puntos de crecimiento y hubo defoliación de las zonas afectadas por el herbicida.
- 90 ddt se observó la aparición de rebrotes múltiples o grupo de nuevas ramas con hojas angostas o alargadas, que inducen a la formación de rosetas.

Efectos sobre los elementos contenidos en el follaje: Después de 60 días las plantas tratadas con herbicida disminuyeron sus contenidos foliares de K, Ca, Fe, Mn y cenizas, principalmente (Tabla 2).

● **Ensayo 2. Plantas de café var. Castillo® de seis meses de edad en casa de mallas.**

Los resultados concuerdan con los encontrados en el campo, donde los síntomas de fitotoxicidad

fueron similares en plantas tratadas con y sin miel de caña.

En general, los síntomas observados a través del tiempo fueron los siguientes (Tabla 3):

- A los 8 ddt se observó clorosis y deformación de hojas jóvenes.
- 15 ddt persistieron la clorosis y la deformación de hojas jóvenes, y también hubo defoliación y necrosis (quemazón).
- A los 24 ddt se observó necrosis de los puntos de crecimiento.
- 90 ddt se encontraron hojas acintadas, alargadas y hubo formación de rosetas o apiñamientos.

Los daños ocasionados con el selector de arvenses fueron más severos, debido a las altas concentraciones del herbicida que causaron a los 24 ddt defoliación y necrosamiento en más del 80% de los tejidos.

● **Ensayo 3. Plantas de café var. Caturra de seis meses de edad en almácigo, tratadas con diferentes dosis de herbicida.**

Los síntomas encontrados a través del tiempo se observan en la Tabla 4:

Defoliación: En todos los tratamientos a excepción del testigo, ocurrió defoliación a través del tiempo (Figura 2). Así mismo, se observa que la planta suspende la formación de hojas en los tratamientos con dosis de 1,5 y (2) L/ha, lo que no ocurrió con los tratamientos de 0,5 y 1 L/ha, aunque en este último el inicio de la formación de hojas fue más tardío. Los resultados también indican que con las dosis bajas (0,5 L/ha), la planta tiende a recuperarse más rápido que en el tratamiento de 1 L/ha. Las plantas de los tratamientos de 1,5 y 2 L/ha no mostraron signos de recuperación durante el tiempo de la evaluación (Figura 2).

Tabla 1. Evolución de los síntomas de fitotoxicidad por glifosato, aplicado con equipo de aspersión de presión previa retenida en plantas de café Variedad Castillo® de los dos años de edad.

Ddt*	Tratamiento con miel antes de la aplicación de herbicida	Tratamiento con miel después de la aplicación de herbicida	Aplicación de herbicida
8			
15			
90			

*ddt: Días después del tratamiento

Tabla 2. Análisis foliar de hojas de cafetos de dos años de edad, sanos y tratados con el herbicida glifosato, 60 días después de aplicados los tratamientos.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Cenizas	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	%						mg/kg				
Sin herbicida	2,80	0,13	2,01	1,26	0,25	7,14	60	148	5	18	39
Con herbicida	2,31	0,10	1,67	0,80	0,20	5,50	24	79	6	16	33

Tabla 3. Evolución de los síntomas de fototoxicidad por glifosato, aplicado con una aspersora de presión previa retenida (PPR), en plantas de café Variedad Castillo® de seis meses de edad en casa de mallas (Cenicafé -Planalto)

Ddt	Aplicación de miel antes de la aplicación de herbicida	Aplicación miel después de la aplicación de herbicida	Aplicación de herbicida
15			
24			
90			

Efecto sobre la materia seca: Hubo efecto sobre la disminución en el peso seco de las raíces y la parte aérea de plantas en el almácigo (Figura 3); sin embargo, no se observó que las dosis bajas de glifosato (0,5 L/ha) afectaran el desarrollo de la parte aérea de la planta, expresado en peso seco. Los resultados concuerdan

con lo reportado por Masiunas y Weller (7), quienes encontraron reducción en el peso seco de raíces y parte aérea de plantas de papa por la toxicidad de este herbicida.

Efectos sobre los contenidos de elementos en las hojas de café: El glifosato ocasionó la disminución en los niveles foliares de K, Ca, Mg, Mn y Cenizas. Con dosis bajas (0,5 y 1 L/ha), hubo disminución de Fe pero con dosis de 2 L/ha se observó un aumento de este elemento (Tabla 5).

● **Ensayo 4. Efecto de la crespera sobre los elementos foliares**

Plantas afectadas por la crespera mostraron, al igual que aquellas intoxicadas por glifosato, bajos contenidos de K, Ca, Mg, Mn y cenizas y aumento en los contenidos de Fe. Contrario a lo que ocurre en plantas afectadas por glifosato, las plantas con crespera mostraron una disminución de P, Zn, Cu y B. En general, en ambos casos las plantas no mostraron disminución del contenido de N foliar (Tabla 6).

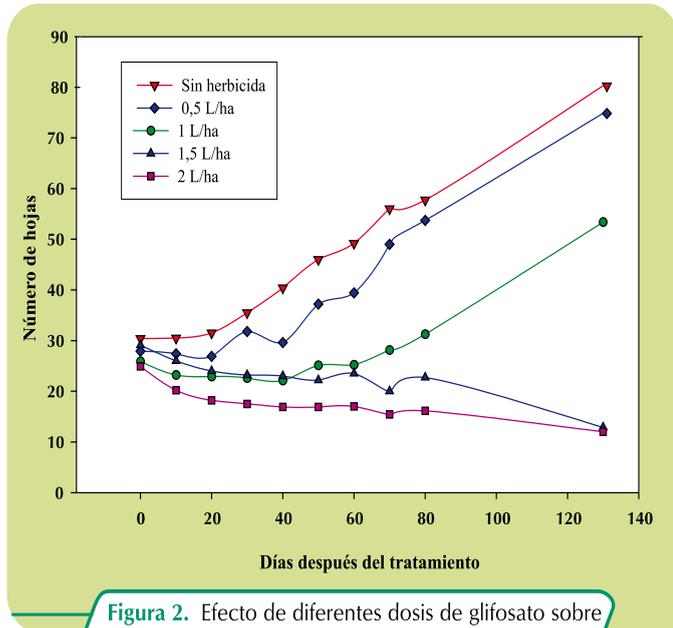


Figura 2. Efecto de diferentes dosis de glifosato sobre el número de hojas en plantas de café en almácigo.

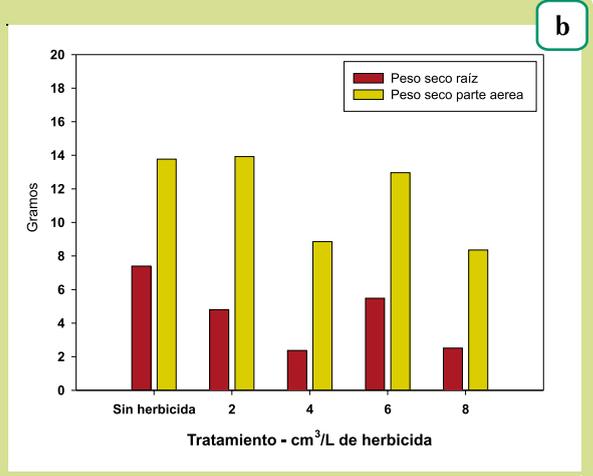


Figura 3. Efecto de diferentes concentraciones de glifosato sobre el desarrollo de las plantas de café, de 6 meses de edad, 60 días después de la aplicación. a) Estado de las plantas al momento de la evaluación; b) Promedio del peso seco de las raíces y la parte aérea de la planta.

Tabla 4. Evolución de la toxicidad de diferentes dosis de glifosato en plantas de café var. Caturra de seis meses de edad en almácigo (La Granja, Cenicafé)

Ddt	L/ha de herbicida			
	0,5	1	1,5	2
10				
17				
30				

...continuación

		L/ha de herbicida			
Ddt	Descripción de síntomas	0,5	1	1,5	2
45	Clorosis y malformación de hojas nuevas. Necrosis y clorosis avanzada del tejido foliar.				
60	Hojas acintadas, apiñamiento o malformación de yemas (Síntoma típico de intoxicación por glifosato).				

Continúa...

...continuación

Ddt	L/ha de herbicida			
	0,5	1	1,5	2
<p>Descripción de síntomas</p> <p>Síntomas más avanzados de hojas acintadas, apiñamiento o malformación de yemas (síntoma típico de intoxicación por glifosato).</p>				
<p>Testigo</p>				

130

180

Tabla 5. Resultados del análisis foliar de plantas de café variedad Caturra de seis meses de edad, evaluadas con diferentes dosis de glifosato, 60 días después de aplicados los tratamientos.

Tratamiento (L/ha de herbicida)	N	P	K	Ca	Mg	Cenizas	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	%						mg/kg				
0	3,36	0,14	1,12	0,82	0,34	5,48	72	601	10	6	46
0,5	4,09	0,15	1,30	0,57	0,27	5,25	28	428	11	5	37
1,0	3,17	0,12	1,27	0,66	0,29	5,09	60	374	11	5	39
1,5	3,58	0,14	1,06	0,50	0,24	4,35	77	313	10	4	35
2,0	3,55	0,15	0,71	0,64	0,26	4,39	105	495	11	6	42

Tabla 6. Análisis foliar de elementos en plantas de café sanas y afectadas por crespeta.

Estado de la planta	N	P	K	Ca	Mg	Cenizas	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	%						mg/kg				
Sana	3,24	0,22	1,19	0,46	0,27	3,93	339	191	14	13	28
Enferma con crespeta	3,30	0,09	0,90	0,28	0,16	2,46	389	76	7	4	18

Estos resultados concuerdan con investigaciones realizadas en maíz, que muestran claramente que los fitoplasmas causantes de la crespeta (5), alteran el balance de nutrimentos y la síntesis de proteínas y auxinas, lo que ocasiona la reducción significativa del crecimiento de las plantas (4), entre otros síntomas,

los cuales pueden confundirse con toxicidad de herbicidas.

Las plantas a las cuales se les aplicó el herbicida en las diferentes etapas del cultivo (producción y almácigo), mostraron aparente deficiencia de elementos menores, similar a la de plantaciones afectadas por crespeta.

Las siguientes son algunas de las recomendaciones para el buen manejo de los herbicidas, con el fin de evitar la fitotoxicidad al cultivo del café:

- Aplicar los herbicidas sobre las arvenses en estado de crecimiento vegetativo (que no sobrepasen la altura del cultivo).
- Aplicar los herbicidas teniendo en cuenta la dirección y velocidad de los vientos.
- Usar los herbicidas sobre las arvenses que lo requieran estrictamente y evitar su uso generalizado.
- Calibrar y realizar mantenimiento periódicamente a los equipos de aplicación.
- Utilizar las dosis y mezclas recomendadas técnicamente.
- Realizar planes de capacitación periódicamente con los operarios.
- Realizar evaluación y seguimiento de las labores de manejo de arvenses y su efecto sobre el estado del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

A los señores Carlos A. Zuluaga, Jorge Dickson Ocampo, Auxiliares Disciplina de Fitopatología; a la Tecnóloga Química Beatriz Mejía, Disciplina de Suelos y al Dr. Celso Arboleda.

LITERATURA CITADA

1. BRAVERMAN M. P. Simulated glufosinate drift on rice and soybean. Proc. South. Weed Sci. Soc. 1998, 51:269.
2. CARRILLO P., I.F.; MEJIA M., B.; FRANCO A., H.F Manual de laboratorio para análisis foliares. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 1994. 52 p.

Señor caficultor:



Utilice racionalmente los herbicidas para prevenir daños en el ambiente, en la salud y el cultivo

3. COLE, D.J. Mode of action of glyphosate – a literature analysis. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. (eds). The Herbicide Glyphosate. Butter worth and Co. Publishers, 1985. pp 48-74.
4. DE OLIVEIRA, E; MAGALHAES, P.C; GOMIDE, R. L; VASCONCELOS, C. A; SOUZA, I. R. P; OLIVEIRA, C. M; CRUZ, I; SCHAFFERT, R. E. Growth and nutrition of mollicute infected maize. Plant Dis. 86:945-949. 2002
5. GALVIS G., C. A. Verificación y caracterización del agente causante, y búsqueda del vector de la crespada del café. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ - CENICAFÉ. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Resumen del informe anual de actividades 2003-2004. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 2004. p. 78.
6. GÓMEZ A., A.; RAMÍREZ H., C. J.; CRUZ K., R. G.; RIVERA P., J. H. Manejo y control integrado de malezas en cafetales y potreros de la zona cafetera. Chinchiná (Colombia), FNC - Cenicafé, 1987. 254 p.
7. MASIUNAS, J.B; WELLER S.C. Glyphosate activity in potato (Solanum tuberosum) under different temperature regimes. Weed Sci. 36:137-140. 1988.
8. MATTHEWS S. G., BRAWLEY A., HAYES R. M. Effect of glyphosate drift on non-glyphosate tolerant corn. Proc. South. Weed Sci. Soc. 51: 259-260, 1998.
9. MENZA F., H.D.; SALAZAR G., L.F. Estudios de resistencia al glifosato en tres arvenses de la zona cafetera colombiana y alternativas para su manejo. Avances Técnicos Cenicafé (Colombia) No 350:1-12. 2006.
10. ROWLAND, D.D., Jr.; REYNOLDS, D.B.; BLACKLEY, R. H., Jr. Corn and cotton response to drift rates of non-desired herbicide applications. Proc. South. Weed Sci. Soc. 52:30. 1999.

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org
cenicafe@cafedecolombia.com

Edición: Héctor Fabio Ospina Ospina
Fotografía: Gonzalo Hoyos S., Carlos Galvis
Luis Fernando Salazar G.
Diagramación: María del Rosario Rodríguez L.
Imprenta: Litoprisma