



Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Agosto de 2006

## ESTUDIOS DE RESISTENCIA AL GLIFOSATO EN TRES ARVENSES DE LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA Y ALTERNATIVAS PARA SU MANEJO

Hernán Darío Menza-Franco\*, Luis Fernando Salazar-Gutiérrez\*\*

Los herbicidas utilizados adecuadamente proporcionan beneficios al caficultor como la disminución de los costos de producción y la alta efectividad en el control de arvenses. Sin embargo, cuando se usan en forma irracional pueden ser causa de problemas como la erosión y la degradación de los suelos, la toxicidad en los cultivos, la contaminación de las

y del hábitat humano, y también pueden favorecer la adquisición de resistencia a ellos por parte de las arvenses (4). La resistencia es la capacidad que adquiere una planta para sobrevivir a la dosis recomendada de un herbicida (7); en otras palabras, la población de una arvense que anteriormente era controlada con una determinada dosis de herbicida gana la posibilidad de sobrevivir a ella.

Cuando una arvense muestra resistencia a un herbicida, las poblaciones pueden aumentar rápidamente y ocasionar daños a las cosechas, similares a los que ocurren cuando no se realizan labores de control (2), con lo cual se afecta negativamente el rendimiento del cultivo y también se incrementan los costos de producción. En el mundo se encuentran reportadas 183 especies de arvenses resistentes a herbicidas (8).

\*Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Becario Disciplina de Suelos, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

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

## ¿Por qué se genera la resistencia de una arvense a un herbicida?

El desarrollo de la resistencia de una arvense a un herbicida se atribuye principalmente a la presión que ejerce la utilización de un mismo producto en forma reiterada y generalizada sobre la población de ella. La presión e intensidad de la resistencia se incrementa con la eficacia, la frecuencia de uso y la persistencia del herbicida (3, 5, 11).

## ¿Cómo prevenir los casos de resistencia de arvenses a un herbicida?

Dentro de las recomendaciones para prevenir la resistencia se pueden citar:

- El establecimiento de un control de arvenses, integrando métodos manuales, mecánicos y químicos de forma conjunta, sin

que se dependa excesivamente de cualquiera de ellos (9, 12, 14).

- La mezcla y la rotación de herbicidas con diferentes mecanismos de acción (9, 12, 14, 15), es decir, cambiar la molécula del herbicida y no solamente el nombre comercial.

## Arvenses de difícil control con glifosato en la zona cafetera

En el mundo se han reportado 8 arvenses resistentes a este herbicida (8), entre éstas se encuentran *Eleusine indica* (pategallina) y *Erigeron bonariensis* (venadillo). Estas arvenses son muy frecuentes en la zona cafetera asociadas a cultivos de café y de las cuales los caficultores han manifestado dificultad para su control con glifosato. También se ha observado una frecuencia mayor de *Emilia sonchifolia* (emilia) en las fincas donde se aplica el glifosato en forma continua y generalizada.

En el presente Avance Técnico se muestra un estudio sobre la resistencia al glifosato en

*E. indica* (pategallina), *E. bonariensis* (venadillo) y *E. sonchifolia* (emilia), y se evalúan alternativas químicas para su control.

## Determinación de la resistencia al glifosato

Para determinar la resistencia al glifosato, se recolectaron semillas de *E. indica*, *E. bonariensis* y *E. sonchifolia* en cultivos de café de cuatro fincas cafeteras de Colombia, tres de ellas caracterizadas por el elevado uso de glifosato (Fincas A, B y C) y una finca de referencia (D) donde no se han realizado aplicaciones de herbicidas, caracterizada y certificada como productora de café orgánico. En la Tabla 1, se muestra la ubicación de las fincas seleccionadas.

Para realizar el estudio, se evaluaron seis dosis crecientes de glifosato (formulación 480 g i.a.L<sup>-1</sup>) de 1, 2, 3, 4, 6 y 12 L/ha y un testigo sin la aplicación de glifosato.

Las semillas de cada arvense recolectadas en cada una de las fincas se sembraron en arena previamente esterilizada. Cuando

**Tabla 1.** Fincas seleccionadas para la recolección de semillas de pategallina, venadillo y emilia.

FINCA	DEPTO	MUNICIPIO	VEREDA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
				Lat.	Long.	Altitud (m)
A*	Caldas	Palestina	La Muleta	5° 0' N	75° 42' O	1.325
B*	Caldas	Palestina	Cartagena	5° 01' N	75° 40' O	1.550
C*	Caldas	Chinchiná	El Trébol	4° 59' N	75° 39' O	1.300
D**	Santander	Los Santos	El Roble	6° 51' N	73° 3' O	1.646

\*Fincas con aplicación reiterada de glifosato

\*\*Finca de referencia sin aplicación de herbicidas, certificada como productora de café orgánico.

germinaron y desarrollaron sus primeras hojas, se seleccionaron las más uniformes y vigorosas, que luego se transplantaron a bolsas plásticas de 25 cm x 30 cm con una mezcla de suelo más pulpa de café descompuesta, en relación 3:1, se sembraron 3 plantas por bolsa y posteriormente se dejaron las 2 plantas más uniformes (unidad experimental). Por cada dosis se tuvieron 10 unidades experimentales.

30 días después del trasplante, en estado vegetativo, y cuando las plantas alcanzaron un promedio de 20 cm de altura se aplicaron las dosis de glifosato, empleando un equipo de aspersión de presión previa retenida (40-100-10), una boquilla de baja descarga (Tee-jet 8001) con presión de salida de 20 PSI y un volumen de aplicación de 200 L/ha. Se evaluó el efecto de las dosis bajo un diseño completamente aleatorio y después de 21 días de realizada la aplicación, se determinó el porcentaje de control (%) con cada una de las dosis. Posteriormente se comparó el control alcanzado en las plantas de la finca D frente a los valores de control en las fincas A, B y C.

Con el propósito de orientar al lector en la interpretación de los resultados, en la Tabla 2 se presenta una escala valorativa porcentual, que permite establecer, cuándo el control de arvenses con determinado herbicida es, excelente, bueno, regular o pobre.

### *E. indica* (pategallina)

En las plantas de pategallina de las fincas A, B y C, se observó

**Tabla 2.** Escala valorativa del control (%).

Denominación	Control (%)
Ninguno o pobre	0 - 40
Regular	41- 60
Suficiente	61 - 70
Bueno	71 - 80
Muy bueno	81 - 90
Excelente	91 - 100

Fuente: Hansen, 1975.

resistencia al glifosato, ya que los valores para su control fueron más bajos con las diferentes dosis de glifosato, comparado con las plantas de pategallina de la finca D de referencia. Con la dosis de glifosato de 2 L/ha se alcanzó una eficacia en el control superior al 80% en las plantas de la finca D. Entre tanto, para obtener estos mismos valores de control en las plantas de las fincas A, B y C, se necesitó de dosis 4 y 6 veces mayores, es decir de 4 y 6 L/ha (Tabla 3).

En la Figura 1 se puede apreciar que en las plantas de la finca D, se requirió de una menor dosis de glifosato para alcanzar un buen control.

**Tabla 3.** Eficacia de control con diferentes dosis de glifosato en plantas de pategallina provenientes de diferentes fincas.

	Finca	Municipio	Litros de herbicida por hectárea					
			1	2	3	4	6	12
			Eficacia del control (%)					
	D	Los Santos	61	82	87	91	92	95
	A	Palestina	54	70	77	<b>81</b>	85	89
	B	Palestina	<b>15</b>	<b>53</b>	<b>61</b>	<b>75</b>	<b>81</b>	91
	C	Chinchiná	<b>37</b>	<b>63</b>	<b>74</b>	<b>83</b>	84	88

Valores resaltados en rojo, presentan diferencias estadísticas con respecto al control de las plantas de la finca D.

### *E. bonariensis* (venadillo)

En las plantas de venadillo de las fincas A, B y C también se presentó resistencia al glifosato, debido a que la eficacia del control con este herbicida fue menor, comparado con el control obtenido en las plantas de la finca D. Con 1 litro de glifosato por hectárea se obtuvo una eficacia de control superior al 90% en las plantas de la finca D, en tanto que, para alcanzar estos mismos valores de control en las plantas de venadillo de las fincas A, B y C se requirió de una dosis 6 veces mayor; es decir, 6 litros de glifosato por hectárea (Tabla 4). Con la dosis comercial de glifosato (3 L/ha) recomendada para el control de ésta en el cultivo del café no se alcanzaron niveles de control superiores al 60% (regular) en las plantas de venadillo de las fincas A, B y C, donde se realizaron aplicaciones de glifosato en forma continua y generalizada (Figura 2).



Finca D (2 L/ha)



Finca A (3 L/ha)



Finca B (3 L/ha)



Finca C (3L/ha)

**Figura 1.** Control de plantas de pategallina con glifosato, 21 días después de realizada la aplicación.

**Tabla 4.** Eficacia de control con diferentes dosis de glifosato en plantas de venadillo provenientes de diferentes fincas.

	Finca	Municipio	Litros de herbicida por hectárea					
			1	2	3	4	6	12
			Eficacia del control (%)					
	D	Los Santos	93	94	94	94	95	96
	A	Palestina	38	52	60	76	96	96
	B	Palestina	34	42	53	67	94	95
	C	Chinchiná	37	59	60	80	88	96

Valores resaltados en rojo, presentan diferencias estadísticas con respecto al control de las plantas de la finca D.

Cuando se aplicó glifosato en dosis comercial (3 L/ha), se observó un marchitamiento en la parte superior de las plantas de venadillo de las fincas A, B y C. Sin embargo, estas plantas retoñaron nuevamente (Figura 3).

### *E. sonchifolia* (emilia)

En las plantas de emilia de las fincas A, B y C no se observó resistencia al glifosato; ya que los niveles de control (%) fueron muy similares a los alcanzados en las plantas de

emilia de la finca de referencia D, donde no se realizan aplicaciones de herbicidas. Con una dosis de 1 L/ha se alcanzó un control superior al 90% (excelente) tanto en las plantas de la finca D de referencia, como en las plantas de las fincas A, B y C (Tabla 5).

Producto comercial (L/ha)

Finca D  
Los Santos – Santander

Finca A  
Palestina - Caldas

Finca B  
Palestina - Caldas

Finca C  
Chinchiná - Caldas

1



3



Figura 2. Control de venadillo con glifosato, 21 días después de realizada la aplicación.



Finca A



Finca B



Finca C

Figura 3. Rebrote de las plantas de venadillo de las fincas A, B y C, después de 21 días de realizada la aplicación con la dosis de glifosato de 3 L/ha.

**Tabla 5.** Eficacia de control con diferentes dosis de glifosato en plantas de emilia provenientes de diferentes fincas.



Finca	Municipio	Litros de herbicida por hectárea					
		1	2	3	4	6	12
		Eficacia del control (%)					
D	Los Santos	97	97	97	97	97	97
A	Palestina	91	95	97	97	97	98
B	Palestina	96	97	97	97	97	97
C	Chinchiná	94	97	97	97	97	97

Valores resaltados en rojo, presentan diferencias estadísticas con respecto al control de las plantas de la finca D.

## ¿Cómo manejar un caso de resistencia de arvenses a herbicidas?

Cuando ya se ha comprobado la resistencia de una arvense a un determinado herbicida, es necesario:

- Evitar el uso del herbicida del cual se ha confirmado la resistencia, salvo que se utilice en mezcla con otros de diferente mecanismo de acción (9, 12).
- No incrementar la dosis del herbicida del que se ha confirmado la resistencia, ya que se acelera aún más el desarrollo de la arvense (3) y cada vez se necesitará de una dosis mayor para obtener un control de ésta.
- Limitar el movimiento de las poblaciones resistentes entre los campos, limpiando la maquinaria o herramientas para evitar la transferencia de semillas (9,12).

– Emplear otros herbicidas con mecanismo de acción diferente que el herbicida al cual se confirmó la resistencia (9, 12, 14, 15).

– También es necesario establecer un programa de manejo integrado de arvenses, para evitar que otras especies sigan adquiriendo resistencia a los herbicidas (9, 12, 14).

## Evaluación de alternativas químicas para la prevención y manejo de la resistencia

Con el propósito de ofrecer al agricultor otras alternativas que le permitan controlar eficazmente las arvenses pategallina, venadillo y emilia, se evaluaron tres herbicidas con mecanismos de acción diferente al de glifosato. También se evaluó la mezcla de un coadyuvante con lo cual se buscó mejorar la eficiencia de los herbicidas. El glifosato se empleó como tratamiento testigo o punto de referencia. En la Tabla

6, se presentan las características más importantes de los herbicidas evaluados, también las dosis y los volúmenes de aplicación empleados para el control de las arvenses pategallina, venadillo y emilia.

La evaluación se realizó en tres fincas del departamento de Caldas, una finca para cada arvense (Tabla 7). Para la aplicación de los herbicidas, se utilizó un equipo de aspersión de presión previa retenida (40 - 100 - 10), una boquilla Te jet 8001 con una presión de descarga de 20 PSI.

Para la aplicación de los tratamientos se ubicaron lotes con predominio natural de cada una de las especies de arvenses, además, se sembró semilla sexual y asexual proveniente de la misma finca, hasta que se alcanzó un predominio mayor al 70%. Se aplicaron los tratamientos de los herbicidas, cuando las arvenses alcanzaron en promedio 25 cm de altura. Para cada arvense, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cinco unidades experimentales por cada tratamiento. La unidad experimental fue constituida por una parcela de 20 m<sup>2</sup>, con un área efectiva de 12 m<sup>2</sup>.

**Tabla 6.** Características de los productos, dosis y volúmenes de aplicación utilizados.

Producto	Característica	Dosis de producto comercial	Volumen de aplicación
glifosato (480 g i.a./Litro de formulación)	Herbicida sistémico, no selectivo, de amplio espectro.	3 L/ha	200 L de agua/ha
2, 4-D amina (480 g i.a./Litro de formulación)	Herbicida sistémico, selectivo para el control de arvenses de hoja ancha (ej. venadillo y emilia).	3 L/ha	200 L de agua/ha
fluazifop -p- butil (125 g i.a./Litro de formulación)	Herbicida sistémico selectivo para el control de gramíneas (ej. pategallina).	2 L/ha	200 L de agua/ha
glufosinato de amonio (150 g i.a./Litro de formulación)	Herbicida de contacto, no selectivo, controla arvenses de hoja ancha y gramíneas o arvenses de hoja angosta.	1,5 L/ha	300 L de agua/ha *
Coadyuvante**	Coadyuvante reductor de la tensión superficial, penetrante, antiespumante, emulsificante y adherente.	0,2%.	2 cm <sup>3</sup> de producto por litro de la mezcla.

\*\* Producto inerte, carente de efecto como herbicida, ofrece determinadas cualidades, para buscar que el efecto del herbicida sea mejor. \* Volumen de aplicación recomendado para herbicidas de contacto.

**Tabla 7.** Fincas seleccionadas para la evaluación de herbicidas.

Arvense	Finca	Vereda	Municipio	Cultivo	Altitud (m)
<i>E. indica</i>	Las Américas	La Muleta	Palestina	Café	1.325
<i>E. sonchifolia</i>	E. Naranjal	La Queibra	Chinchiná	Café	1.400
<i>E. bonariensis</i>	Rumichaca	La Cabaña	Manizales	Macadamia	1.330

Después de 21 días se evaluó el control (%) con base al porcentaje de cobertura muerta en la parcela, con un marco cuadrado de 0,25 m<sup>2</sup> dividido por 100 cuadrículas de 25 cm<sup>2</sup> cada una. Dicho muestreo se realizó aleatoriamente 3 veces por parcela.

### **Alternativa de control para *E. indica* (pategallina)**

Los resultados (Tabla 8) mostraron que el herbicida fluazifop -p- butil puede ser una alternativa

para el manejo de la pategallina con un control promedio de 75% (bueno); la adición del coadyuvante mejoró la eficacia de este herbicida, incrementando el control a 88% (muy bueno). El tratamiento de glufosinato de amonio + el coadyuvante también controló bien esta arvense (79% de control). El tratamiento testigo (glifosato), presentó el valor de control promedio más bajo (55% regular). En la Figura 4, se presentan datos sobre el control de pategallina con los diferentes tratamientos evaluados.

### **Alternativas de control para *E. bonariensis* (venadillo) (Tabla 9)**

El 2, 4-D amina fue una alternativa para el manejo de la arvense venadillo, con un promedio del 97% de control.

La mezcla de los herbicidas 2, 4-D amina y glifosato, es otra opción para el control del venadillo obteniéndose un valor promedio del 97%. Esta mezcla también permite controlar otras arvenses.

**Tabla 8.** Promedio y rangos de control de la arvenses pategallina con diferentes tratamientos herbicidas.

Tratamientos herbicidas	Dosis producto Comercial (L/ha)	Promedio de control (%)	Rangos de control (%)*
glifosato (testigo)	3	55	36 - 73
fluazifop -p- butil	2	75	66 - 84
glufosinato de amonio	1,5	62	57 - 68
glifosato + coadyuvante (0,2%)	3	61	33 - 89
fluazifop-p-butil + coadyuvante (0,2%)	2	88	86 - 90
glufosinato de amonio + coadyuvante (0,2%)	1,5	79	69 - 86

\*Rangos de fluctuación para el control de pategallina, con los diferentes tratamientos herbicidas.

**Tabla 9.** Promedios y rangos de control de las arvenses venadillo y emilia, con diferentes tratamientos herbicidas.

Tratamientos herbicidas	Dosis producto comercial (L/ha)	Promedio de control (%)		Rango de control (%)	
		venadillo	emilia	venadillo	emilia
glifosato (480 g i.a/L)	3	7	91	3 - 11	89 - 94
2, 4-D amina (480 g i.a/L)	3	97	30	93 - 100	9 - 52
glufosinato de amonio	1,5	80	40	53 - 100	6 - 74
glifosato + 2, 4-D amina	1,8 + 1,2	97	71	95 - 99	67 - 75
glifosato + coadyuvante (0,2%)	3	11	84	5 - 18	74 - 94
2, 4-D amina + coadyuvante (0,2%)	3	94	56	91 - 97	38 - 75
glufosinato de amonio + coadyuvante (0,2%)	1,5	87	32	70 - 100	16 - 47
glifosato + 2, 4-D amina + coadyuvante (0,2%)	1,8 + 1,2	95	67	93 - 97	46 - 88

\*Rangos de fluctuación para el control de venadillo y emilia con los diferentes tratamientos herbicidas.

Con el glufosinato de amonio, también se manejó eficazmente esta arvense, y se lograron valores promedios de 80% de control. La adición del coadyuvante incrementó la eficacia del herbicida con valores promedios del 87% de control. Con el tratamiento testigo (glifosato), se obtuvo el control más bajo de venadillo (7% pobre), lo cual muestra que en la finca donde se realizó el ensayo se puede estar

presentando un caso de resistencia al glifosato por parte de esta especie. En la Figura 5, se presenta el control de venadillo con los diferentes tratamientos evaluados.

#### **Alternativa de control para *E. sonchifolia* (emilia) (Tabla 9)**

El glifosato fue el herbicida con el cual se alcanzó el promedio

más alto de control (91 %). Sin embargo, para prevenir posibles casos de resistencia de esta arvense a dicho herbicida, se puede sugerir la mezcla de glifosato + 2, 4-D amina, que presentó un control de 71% (bueno) (Figura 4).



**glifosato**



**testigo sin aplicación**

Se observa control regular de pategallina



**fluazifop -p- butil**

Buen control de pategallina; sin embargo, se observa el desarrollo de otras arvenses (hoja ancha y cyperáceas), ya que este herbicida solo controla gramíneas.



**fluazifop -p- butil + coadyuvante**

La adición del coadyuvante mejoró la eficacia del herbicida, para el control de pategallina. También se observa el desarrollo de otras arvenses.



**glufosinato de amonio**

Buen control de la arvense. Debido a su naturaleza no selectiva o de amplio espectro, no hay presencia de otras arvenses.



**glufosinato de amonio + coadyuvante**

La adición del coadyuvante aumentó la eficacia del herbicida.

**Figura 4.** Control de pategallina con diferentes tratamientos herbicidas, después de 21 días de realizada la aplicación.



**glifosato**



**testigo sin aplicación**



**2, 4-D amina**

Es una buena alternativa para el control del venadillo. Es importante recordar que este herbicida solo controla arvenses de hoja ancha, mas no gramíneas o arvenses de hoja angosta.



**glifosato + 2, 4-D amina**

Buen control de la arvense. Esta mezcla permite controlar otras arvenses.



**glufosinato de amonio**

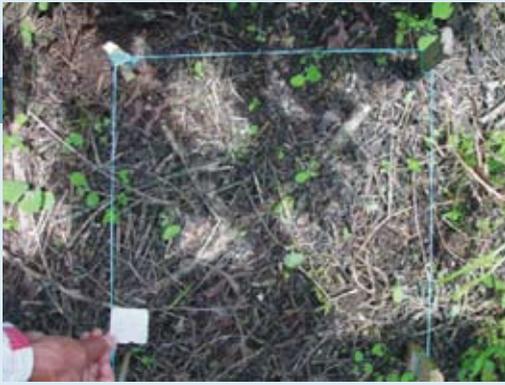
Este herbicida es de contacto, por tanto es necesario mojar toda la planta para alcanzar un buen control, es decir, que el volumen de agua o de aplicación utilizado por hectárea es mayor.



**glufosinato de amonio + coadyuvante**

La adición del coadyuvante incrementó la eficacia del herbicida.

**Figura 5.** Control de venadillo con diferentes tratamientos herbicidas, 21 días después de realizada la aplicación.



glifosato



glifosato + 2, 4-D amina



testigo sin aplicación

**Figura 6.** Control de emilia con diferentes tratamientos herbicidas, 21 días después de realizada la aplicación.

## Consideraciones generales

- Las plantas de pategallina y venadillo de la finca D donde no se realizaron aplicaciones de herbicidas, fueron mas susceptibles al glifosato, comparadas con las plantas de las fincas A, B y C, donde han realizado aplicaciones de glifosato en forma reiterada y generalizada durante más de 10 años. Estas dos arvenses adquirieron resistencia a glifosato en los sitios evaluados (Fincas A, B y C). Emilia, no presentó resistencia al herbicida.
- Se encontraron algunas alternativas químicas para la prevención y manejo de la resistencia; sin embargo, se recomienda aplicarlas bajo los criterios de Manejo Integrado de Arvenses, en el sentido de no desnudar los suelos y evitar centrar el manejo de arvenses en un solo método o en un mismo herbicida.
- El estudio permite llamar la atención sobre el uso racional de los herbicidas químicos en la zona cafetera, para prevenir la resistencia de arvenses a los mismos.

## AGRADECIMIENTOS

A los caficultores propietarios y administradores de las fincas donde se realizó el estudio. Al Comité de Cafeteros de Palestina y Chinchiná. A los doctores Esther Cecilia Montoya y Diógenes Villalba, al señor Gonzalo Hoyos S. Estación Central Naranjal, S.E. Santander. A las Disciplinas de Fitotecnia y Suelos de Cenicafé.

## LITERATURA CITADA

1. BAYLIS, A.D. Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. *Pest Management. Science* 56: 299-308. 2000.
2. FAO, Servicio de Protección Vegetal (AGPP). Reunión regional. Resistencia de malezas a herbicidas. Octubre 27 de 1997. Jaboticabal, Brasil. 1997.
3. FISCHER, A.; PABÓN, H. Desarrollo de resistencia a herbicidas en poblaciones de malezas. *Arrocero moderno*: 53 - 62p.1995.
4. FUENTES, C.L. Avances en el manejo de malezas: redireccionando los objetivos de investigación. *In: Congreso Anual COMALFI*, 23. Montería, Abril 8-12, 2003. Memorias. Montería, COMALFI, 2003. p. 87 - 89.
5. GRESSEL, J.; SEGEL, L.A. Modeling the effectiveness of herbicide rotations and mixture as strategies to delay or preclude resistance. *Weed Technology* (4): 186 - 198. 1990.
6. HANSEN O, R. Métodos de ensayos y sistemas de evaluación. *In. SOCIEDAD ALEMANA DE COOPERACIÓN TECNICA*. Curso básico sobre control de malezas en la República Dominicana, 1975. 93p.
7. HEAP, M.I. Criteria for confirmation of herbicide resistant weeds. [en línea]: [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org). 2005.
8. HEAP, M.I. The international survey of herbicide resistant weeds. [en línea]. [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org). 2006.
9. HERBICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE - HRAC. Guía para el manejo de la resistencia a herbicidas. Online. Disponible en: [http://www.plantprotection.org/HRAC/Cindex.cfm?doc=spanish\\_resistencia.html](http://www.plantprotection.org/HRAC/Cindex.cfm?doc=spanish_resistencia.html). (Consultado en 1999)
10. HERRERA O., M. Expectativas sobre la aplicación de herbicidas en áreas cafeteras de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda. Manizales, Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía, 1983. 221 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).
11. MORRISON, I.N; FRIESEN, L.F. Herbicide resistant weeds: mutation, selection, misconception. *In: International Weed Control Congress*, 2. Copenhagen, 25 - 28 June, 1996. *Proceedings*. Flakkebjerg, Department of Weed Control and Pesticide Ecology, 1996. pp. 377 - 385.
12. NJOROGE, J.M. Advisory notes on management of resistant weeds coffee, Kenya. *Kenya Coffee* 51: 1821 - 1823. 1994.
13. RIVERA P., J.H. El selector de arvenses modificado. *Avances Técnicos Cenicafé N° 271*: 1-4. 2000.
14. VALVERDE, B.E.; RICHIES, C.R.; CASELEY, J.C. Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz: Experiencias en América Central con *Echinochloa colona*. Grafos S.A. Cartago (Costa Rica), 2000. 135 p.

WRUBEL, R.P.; GRESSEL, J. Are herbicide mixture useful for delaying the rapid evolution of resistance 1. *A case study. Weed Technology* 8: 635 - 648. 1994.

El uso de nombres comerciales de los productos químicos en esta publicación tiene como propósito facilitar la identificación y no constituye su promoción.

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](http://www.cenicafe.org)  
[cenicafe@cafedecolombia.com](mailto:cenicafe@cafedecolombia.com)

Edición: Héctor Fabio Ospina Ospina.  
Fotografía: Gonzalo Hoyos Salazar.  
Hernán Darío Meza Franco.  
Diagramación: María del Rosario Rodríguez Lara.  
Impresión: Feriva S.A.