

Manejo integrado de arvenses

Luis Fernando Salazar Gutiérrez; Édgar Hincapié Gómez

La presencia de arvenses en el cultivo no puede considerarse arbitrariamente como positiva o negativa, dada su indispensable relación con el equilibrio ecológico entre el suelo, el cultivo y la presencia de la misma arvense, relación integrada a la conservación de suelos y aguas, y a la importancia de éstos como soporte natural para el desarrollo y la productividad del café, por ello, esta dependencia compleja no concluye en la simple determinación de controlar o erradicar la arvense.

Para aprovechar las ventajas comparativas y competitivas que existen a partir del manejo sostenible de las arvenses en el cultivo del café, que supere el simple hecho de eliminarlas, es necesario reconocerlas en su diversidad y valorar sus aportes fundamentales en la conservación del suelo, en términos de su estructura, de su humedad y de su micro y macrobiota, protagonistas fundamentales en la fertilidad del mismo. Por esa razón, reconocer la composición de arvenses en un lote de café, permite una mejor planificación de las estrategias para su manejo y contribuye a la determinación de un adecuado Manejo Integrado de Arvenses-MIA.

Como resultado de varias investigaciones, Cenicafé ha recomendado un manejo sostenible de las arvenses en la zona cafetera colombiana, mediante la aplicación de diferentes sistemas de manejo, que al integrarse permiten resultados económicos óptimos, reducen el riesgo de erosión, disminuyen la contaminación ambiental y contribuyen con la conservación de los suelos, la flora y la fauna.

Cómo Citar:

Salazar-Gutiérrez, L., & Hincapié Gómez, É. (2013). Manejo integrado de arvenses. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 2, pp. 117–142). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_21



Concepto de arvense

Se considera “maleza” a aquella planta que interfiere con el cultivo al afectar negativamente el sistema productivo. La denominación de “maleza” puede influir negativamente en la percepción que las personas tienen sobre alguna planta y de esta manera, conducir a su control irracional. Por lo anterior, en las últimas décadas se ha introducido el término **arvense**, que significa “planta acompañante de los cultivos o prados”, término que no discrimina entre plantas buenas o malas, de este modo se busca reemplazar con la palabra arvense, el término maleza.

Las arvenses son importantes en todos los cultivos, debido al impacto que generan sobre los rendimientos, los costos de producción y la sostenibilidad, en especial por constituirse en un componente para la protección de los suelos contra la erosión, el mejoramiento de la calidad de los recursos hídricos y la biodiversidad de la fauna y la flora.

En Colombia, Gómez y Rivera (1987) registraron cerca de 170 especies de arvenses identificadas en cafetales; el mayor número pertenece a las familias Gramineae (17,6%), Compositae (16,4%), Euphorbiaceae (4,7%), Amaranthaceae (4,1%) y Rubiaceae (4,1%).

Interferencia de las arvenses con el cultivo del café

El café es un cultivo extremadamente sensible a la interferencia de las arvenses, con pérdidas del rendimiento hasta del 96% (Tabla 1). En general, el manejo de arvenses en los cafetales es el rubro más importante en los costos de producción (Tabla 2), después de aquellos atribuidos a la cosecha. Sin embargo, el Manejo Integrado de Arvenses recomendado por Cenicafé y aplicado en Colombia, se ubica entre las prácticas más económicas comparadas con otros sistemas de manejo de arvenses en cafetales de otros países.

La interferencia se conoce también como la suma de la **competencia y la alelopatía**. La competencia es un proceso físico, que implica la remoción o reducción de por lo menos un factor esencial de crecimiento (luz, agua, nutrimentos, CO₂ o espacio) (Zimdahl, 1980); mientras que la segunda, es un proceso fisiológico, por medio del cual una planta libera al medio ambiente uno o varios compuestos químicos que inhiben el crecimiento de otra planta del mismo hábitat o de uno cercano (Molish, 1937 citado por Rice, 1984).

Fuente	Reducción en rendimiento (%)	Observación
Oerke et al., 1994	35%	General para cultivos tecnificados
Njoroge, 1994a	50%	Kenia
Eshetu, 2001	65%	Etiopía
Blanco et al., 1978	60%	Brasil (sin control)
Salazar e Hincapié, 2009	66%	Chinchiná (Colombia) (sin control en las calles)
Lemes et al., 2010	85% a 96%	Minas Gerais – Brasil (Sin control de arvenses) <i>C. arabica</i> c.v Rubi.

Tabla 1.

Pérdidas en el rendimiento de los cafetales causado por interferencia de arvenses.

Fuente	Costos de producción	Observación
Oerke et al., 1994	30-40%	A nivel mundial
Secretaría de Estado de Agricultura Pecuaria E Abastecimiento, 2004	15%-20%	Brasil
Gómez et al., 1985	17%-22%	Colombia, manejo tradicional
Duque, 2001	13%	Colombia, manejo integrado

Tabla 2.

El manejo de arvenses en los costos de producción del cultivo del café.

En la Tabla 3 se observan algunas especies de arvenses reportadas como **alelopáticas** en cafetales de Colombia (Gómez y Rivera, 1987). En sentido práctico, cuando una arvense alcanza más de un 70% de predominio en un campo, y a su alrededor crecen pocas o ninguna especie, dicha planta puede tener efectos alelopáticos (Restrepo y Rivera, 1993).

Salazar (1975) al evaluar el control manual mecánico de arvenses, en forma generalizada, encontró que las máximas producciones se obtuvieron cuando el cafetal se desyerbó cada 35 días en la etapa de crecimiento y cada 70 días en la de producción.

Se puede concluir que las desyerbas oportunas en los cafetales permiten incrementar la productividad del café.

Factores que favorecen la interferencia de las arvenses

Los factores son variables o componentes que deben tenerse en cuenta y que en su integralidad permiten manejar oportunamente la interferencia de las arvenses en los cafetales.

Duración de la interferencia

Mestre (1979) evidenció este factor al encontrar que la mayor ventaja económica de las desyerbas no selectivas o generalizadas, se consigue cuando en un período de tres años se desyerba el cafetal 16 veces, distribuidas así: Ocho desyerbas en el primer año, y en los siguientes 2 años, cuatro desyerbas por año (Tabla 4).

Densidad de arvenses

Para evaluar el nivel de cobertura de las arvenses sobre el suelo, existen varias metodologías, una de ellas es realizar un muestreo al azar, en el 1% del área, utilizando un cuadrado de 0,25 m², el cual debe estar subdividido en pequeñas cuadrículas (100), de 25 cm² cada una, de esta forma, si 80 cuadrículas se encuentran cubiertas por arvenses, el porcentaje de cobertura será del 80% (Figura 1), si se trata de parcelas de área muy baja, se recomienda disponer los cuadrados en el campo aleatoriamente y dejarlos en forma permanente durante el tiempo de evaluación (Adaptado de Tinney et al., 1937, y Fuentes, 1986). Otra medición rápida y sencilla, aunque no tan precisa como la anterior, es medir la frecuencia de las arvenses en el campo, la cual permite conocer la distribución y abundancia de una especie particular en un cultivo, para ello se emplea un cuadrado similar

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia
<i>Pteridium aquilinum</i> (L) Kuhn	Helecho marranero	Dennstaedtiaceae
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Coquito	Cyperaceae
<i>Melinis minutiflora</i> Beauv	Pasto gordura	Graminaeae
<i>Panicum zizanioides</i> H.B.K.	Nudillo, pitillo	Graminaeae
<i>Amaranthus dubius</i> Mart. ex Thell.	Bledo	Amaranthaceae
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Altamisa Ajenjo	Asteraceae
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Lehecilla	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Tripa de pollo	Euphorbiaceae
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit	Hierba de sapo	Labiatae
<i>Portulaca oleraceae</i> L.	Verdolaga	Portulacaceae

Tabla 3.

Arvenses alelopáticas asociadas a cultivos de café en Colombia (Gómez y Rivera, 1987).

Número de desyerbas en tres años	Producción (@.ha ⁻¹ de c.p.s.)	Incremento de la producción (%)
8	470	
12	663	41
16	967	105,74
24	1.029	118,93

Tabla 4.

Efecto del número de desyerbas sobre la producción de café en tres años (Mestre, 1979).

al utilizado para la medición de cobertura, subdividido en cuatro cuadrantes, la frecuencia de la arvense se expresa como el número de veces que aparece la arvense en cada fracción de cuadrante dividido por el total de cuadrantes, multiplicado por 100 (Adaptado de Tinney et al. 1937, y Fuentes, 1986). Estas metodologías son relativamente sencillas y aplicables en investigación científica y participativa.



El cubrimiento de las arvenses sobre el suelo muestra alta relación con la disminución del rendimiento (La O et al., 1992), por lo cual, la medición del porcentaje de cobertura de las arvenses sobre el suelo, es la variable que mejor expresa el comportamiento de la población y su efecto sobre el cultivo. Lo anterior facilita la evaluación práctica de las poblaciones de arvenses, por ser más sencilla de medir, comparado con otros factores como la materia seca y la densidad de plantas.



Figura 1.

Evaluación del nivel de cobertura de arvenses en el campo, cuadrado de áreas de 0,25 m², utilizado para la medición de nivel de cobertura y frecuencia de las arvenses.

Fertilidad del suelo

Muchos autores afirman que en suelos de fertilidad baja, la competencia por las arvenses es crítica; por otra parte, la aplicación de fertilizantes no alcanza los beneficios máximos cuando no se realiza un adecuado manejo de arvenses. En cultivos de café en Kenia la interferencia de la arvense *Desmodium* sp. sobre la producción, fue mayor en cafetales sin aplicación de N, comparado con cultivos en los cuales se hizo aplicación de 240 kg.ha.año⁻¹ de este elemento (Njoroge y Mwakha, 1983).

Disponibilidad hídrica

Bradshaw y Rice (1998), en experimentos realizados en Nicaragua, concluyeron que en la época de menor disponibilidad hídrica, cuando hay presencia de arvenses entre las calles, los cafetos tienen menor densidad de raíces para extraer el agua, en comparación con aquellos donde se controlaron las arvenses durante este período. Por lo tanto, se recomienda cortar las coberturas entre 3 a 5 cm del suelo, especialmente aquellas arvenses de interferencia alta, al comienzo de las épocas secas, con el fin de contrarrestar la competencia por agua, lo cual coincide con lo reportado en Colombia por Suárez de Castro (1953) citado por Jaramillo (2005).

Características del cultivo

Las plantaciones perennes como el café, al igual que otros cultivos, tienen períodos críticos de interferencia de arvenses, es así como la interferencia de las arvenses en las etapas de crecimiento y desarrollo pueden causar disminución drástica de la producción. En el cultivo de café, estas épocas corresponden a las etapas de vivero o almacigo, la etapa vegetativa durante los primeros dos años de desarrollo y crecimiento de las plantas en el campo, y la etapa de producción.

La incidencia de la luz en los primeros 12 a 14 meses de desarrollo de los cafetos a libre exposición solar, contribuye al aumento de la infestación y al desarrollo vigoroso de las arvenses, por lo que es necesario realizar un mayor número de desyerbas por año, en comparación con los cultivos tradicionales a la sombra. Después de dos años de establecido el cafetal, la incidencia de las arvenses se ve fuertemente reprimida por el vigor de las plantas de café.

Consideraciones prácticas

Como en todos los cultivos perennes, en la etapa de almácigo o vivero se debe evitar la interferencia de todo tipo de arvenses, puesto que es una de las épocas más sensibles. Investigaciones realizadas en Cenicafé han demostrado que los dos primeros años del cultivo de café son críticos desde el punto de vista del control de arvenses, para el desarrollo normal del cafeto y para el manejo de la erosión de los suelos, debido a que debe incurrirse en un control más frecuente de arvenses. La etapa de levante es la más sensible a la interferencia por las arvenses, durante esta etapa existen más ventajas para las arvenses que para el cultivo. En esta etapa del cultivo la competencia se puede reflejar más claramente en el estado de desarrollo de las plantas, atraso en el crecimiento e incidencia de clorosis y ramas secas.

Capacidad de interferencia de las arvenses



Diferentes investigaciones realizadas en Cenicafé permitieron concluir que en los cafetales crece un grupo de **arvenses de interferencia baja, denominadas nobles**, cuya presencia entre las calles no afecta el desarrollo del cultivo si se hace manejo integrado de ellas. Por lo tanto, es necesario clasificar las arvenses según su nivel de interferencia respecto a la plantación, con el fin de realizar un manejo de arvenses eficiente, selectivo y racional.

Cenicafé ha estudiado las arvenses más frecuentemente asociadas a los cafetales en Colombia, diferenciándolas descriptivamente según su grado de interferencia con el cultivo, hábitat y utilidad. De este modo, Gómez y Rivera (1987) identificaron 170 especies de arvenses localizadas a altitudes entre 1.000 y 1.800 m, con temperaturas entre 17,5 y 23,0 °C, y encontraron que el 45% interfiere en alto grado con el cafeto, el 35% en

grado medio, el 5% en grado bajo y el 15% (25 especies) en grado muy bajo (Coberturas nobles). Así mismo, cabe resaltar que todas las arvenses identificadas prestan algún tipo de beneficio al hombre.

Arvenses de interferencia alta en los cafetales

Las arvenses de interferencia alta, son aquellas que afectan severamente la productividad si no son manejadas oportunamente (Figura 2); son reconocidas por los agricultores debido su difícil control. Para la clasificación de las arvenses de alta interferencia, se tienen en cuenta los siguientes criterios (Salazar e Hincapié, 2005):

- Alta adaptación de la planta a las condiciones ambientales
- Propagación sexual y vegetativa
- Latencia o dormancia de sus semillas
- Facilidad de dispersión
- Alta producción de semillas
- Alta tasa de germinación de semillas
- Alta eficiencia en el uso de los recursos
- Alelopatía
- Sistema radical fasciculado, superficial y denso, altamente competitivo con el sistema radical del cultivo
- Difícil control manual, mecánico o químico
- Estructura semileñosa
- Hábito trepador
- Hospedantes de plagas o enfermedades, que afectan el cultivo



Figura 2.

Algunas arvenses de interferencia alta con el cultivo del café. **a.** *Cynodon dactylon*; **b.** *Paspalum paniculatum*; **c.** *Eleusine indica*; **d.** *Panicum máximum*; **e.** *Digitaria horizontalis*; **f.** *Panicum laxum*; **g.** *Torulinium odoratum*; **h.** *Sida acuta*; **i.** *Pteridium aquilinum*; **j.** *Ipomoea trifida*; **k.** *Ipomoea purpurea*; **l.** *Pseodoelephantopus spicatus*; **m.** *Emilia sonchifolia*; **n.** *Talinum paniculatum*; **ñ.** *Melothria guadalupensis*; **o.** *Momordica charantia*.

Las familias de arvenses de mayor interferencia en los cafetales en Colombia son: Gramíneae, Cyperaceae y Compositae. Sobresalen plantas alelopáticas, las arvenses de hábito de crecimiento trepador, como batatillas y enredaderas, las de estructura leñosa o semileñosa de raíz pivotante profunda, como las escobaduras y verbenas, y otras notorias por la dificultad para su manejo como helechos, entre otras (Tabla 5).

Familia Gramineae o Poaceae: Son las más dominantes e importantes dentro del reino vegetal, su éxito se debe principalmente a la fácil adaptación a diferentes ambientes, a los diversos sistemas de propagación, a la latencia de sus semillas y a su eficiencia fotosintética (Basel y Berlín, 1980).

Familia Cyperaceae: En su mayoría son plantas herbáceas anuales o perennes rizomatosas, pueden reconocerse porque sus tallos generalmente no tienen nudos ni ramificaciones (Simples), son glabros (Lisos) y, generalmente, triangulares con aristas cortantes, razón por la cual comúnmente se conocen como cortaderas; tienen hojas alternas, lineales-lanceoladas frecuentemente en tres series, con vaina cerrada que nace en la base del tallo, e inflorescencia terminal en umbela, simple o compuesta, por lo general, son especies de hábitat húmedo (Fuentes et al., 1999).

Familia Compositae o Asteraceae: Posiblemente es la familia más extensa dentro de la flora apícola colombiana, aunque la mayoría son consideradas como malezas. En esta familia se concentran especies de uso medicinal, ornamental, forrajero y alimenticio. En su mayoría son plantas de interferencia media o baja en los cafetales; no obstante, se consideran de interferencia alta cuando su tasa de reproducción e invasión es alta, sobrepasan la altura del cultivo, son leñosas, tienen raíz pivotante muy profunda o por sus efectos alelopáticos (Vargas, 2002).

Existen áreas cafeteras en Colombia donde algunas arvenses pueden ser de alta interferencia (Tabla 6), debido principalmente a la presión de selección por la aplicación reiterada y generalizada de herbicidas químicos, por la eliminación total de las coberturas del suelo o por el uso de semillas no certificadas en cultivos distintos al café (Pastos, hortalizas, maíz y frijol, entre otros) y son entonces, potencialmente agresivas.

Arvenses de interferencia media

Arvenses que aunque no son tan competitivas se deben manejar oportunamente, debido a que pueden competir por luz y espacio. Pueden tener alguna característica de una arvense agresiva, pero su población en los cafetales no permite que se exprese la interferencia con el cultivo (Figura 3).

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Pasto argentina, bermuda	Gramineae
<i>Paspalum paniculatum</i> L.	Gramalote	Gramineae
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop. <i>D. horizontalis</i> Willd.	Guardarocío o alambriillo	Gramineae
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Pategallina	Gramineae
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Pasto india, pasto guinea	Gramineae
<i>Panicum laxum</i> Sw.	Pasto mijillo	Gramineae
<i>Torulinum odoratum</i> (L.) Hooper <i>Cyperus ferax</i> L.	Cortadera	Cyperaceae
<i>Pseudelephantopus spicatus</i> (Al.)Gl.	Totumo, oreja de burro	Compositae
<i>Emilia sonchifolia</i> L. (D.C.)	Hierba socialista, pincelito, borlita, emilia	Compositae
<i>Sida acuta</i> Burm f.	Escobadura, malva	Malvaceae
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (L.C.). Rich Vahl	Verbena negra	Verbenaceae
<i>Ipomoea</i> spp.	Batatillas	Convolvulaceae
<i>Melothria guadalupensis</i> (Spreng) Cogn. o <i>Melonthria pendula</i> L.	Bejuco o melón de monte	Cucurbitaceae
<i>Momordica charantia</i> L.	Archucha o balsamina	Cucurbitaceae
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Helecho marranero	Polypodiaceae
<i>Talinum paniculatum</i> Jacq.	Cuero de sapo, lechuguilla	Portulacaceae

Tabla 5.

Arvenses de interferencia alta frecuentes en los cafetales en Colombia (Adaptado de Salazar e Hincapié, 2005).



Figura 3.

Algunas arvenses de interferencia media con el cultivo de café.

- a. *Cuphea racemosa*
- b. *Cyatula achyranoides*
- c. *Euphorbia heterophylla*
- d. *Ageratum conyzoides*

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	Arrocillo, liendre puerco	Gramineae
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Pasto Jhonson, falso sorgo, arrocillo,	Gramineae
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf.	Pasto braquiaria	Gramineae
<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst	Pasto estrella	Gramineae
<i>Rottboellia exaltata</i> L. f.	Caminadora, pela bolsillo	Gramineae
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Coquito	Cyperaceae
<i>Erigeron bonariensis</i> L.	Venadillo, juanparado	Compositae
<i>Siegesbeckia jorullensis</i> H.B.K.	Botón de oro	Compositae
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Altamisa o ajenjo	Compositae
<i>Amaranthus dubius</i> Mart.	Bledo, amaranto	Amarantaceae
<i>Borreria alata</i> (Aubl) DC.	Borreria, botoncillo	Rubiaceae
<i>Anredera cordifolia</i> (Tenore) Steens	Espinaca, enredadera papa	Basellaceae
<i>Thumbergia alata</i> Bojer ex Sims	Ojo de poeta	Acanthaceae
<i>Chloris radiata</i> (L.) Sw.	Cola de zorro	Gramineae

Tabla 6.

Arvenses potencialmente agresivas en cafetales de Colombia (Adaptado de Salazar e Hincapié, 2005).

Arvenses de interferencia baja

Son especies que crecen en bajas densidades de población sin dominar los campos (Figura 4), son de

ciclo de vida corto, semestral o anual (Tabla 7), debido a estas características son especies de fácil manejo, el cual puede hacerse en forma manual o mecánica.

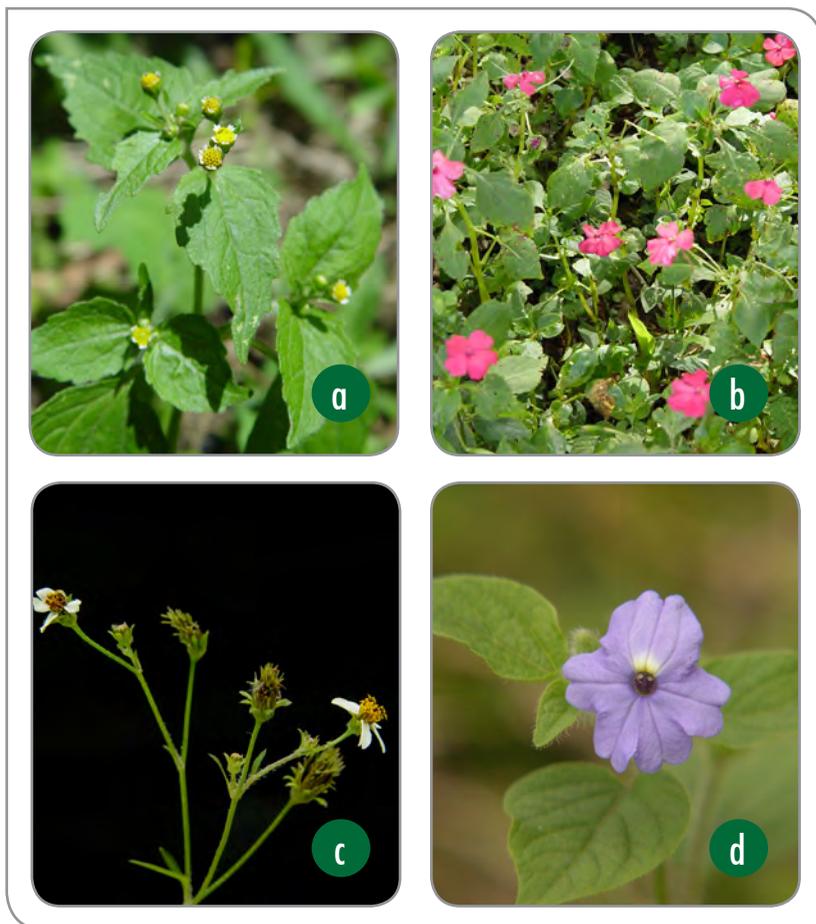


Figura 4.

Algunas arvenses de interferencia baja con el cultivo de café. **a.** *Galinsoga caracasana*; **b.** *Impatiens balsamina*; **c.** *Bidens pilosa*; **d.** *Browalia Americana*.

Nombre científico	Nombres vulgares	Familia
<i>Brassica alba</i> Boiss	Alpiste, mostaza	Cruciferae
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Yuyo, guasca	Compositae
<i>Galinsoga caracasana</i> (D.C.) Sch Bip.	Yuyo, guasca	Compositae
<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf) Blake	Yuyo, guasca	Compositae
<i>Impatiens balsamina</i> L.	Besitos, caracuchos	Balsaminaceae
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Hierba de chivo, manrubio	Compositae
<i>Bidens pilosa</i> L.	Amor seco, cadillo, masiquía	Compositae
<i>Cuphea racemosa</i> (L) Spreng	Hierbabuenilla, moradita, sanalotodo	Lythraceae
<i>Cuphea micrantha</i> H.B.K.	Hierbabuenilla, yerbabuenilla	Lythraceae
<i>Heliopsis bupthalmoides</i> (Jacq) Dun.	Botón de oro, gamboa	Compositae
<i>Hyptis mutabilis</i> (Rich) Bring	Mastrantillo, mastranto	Labiatae
<i>Marsipianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	Orégano, cabezona	Labiatae
<i>Physalis nicandroides</i> Schl	Yerba buena	Solanaceae
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Mastuerzo	Scrophulariaceae
<i>Solanum nigrum</i> Sendt	Hierba mora, yerba mora	Solanaceae

Tabla 7.

Arvenses de interferencia media a baja, frecuentes en cultivos de café (Adaptado de Rivera, 1997).

Arvenses nobles

Primavesi (1984) reporta el término “la invasora seleccionada o escogida” para referirse a aquellas arvenses que deben permitirse en asocio con los cultivos, para así proteger los suelos contra la erosión. Además anota que éstas deben adaptarse a las condiciones ambientales de su medio, para sustituir a las arvenses agresivas o invasoras indiscriminadas.

Gómez et al. (1985) y Gómez (1990a), definen el término “**arvense noble**” como plantas de porte bajo,

crecimiento rastrero o decumbente, con raíz fasciculada, rala superficial o pivotante rala, con cubrimiento denso del suelo, que lo protegen de la energía erosiva de la lluvia y no interfieren con el desarrollo y producción del café, si no están presentes en la zona de raíces (Figura 5). Así mismo, consideran que su establecimiento es la práctica preventiva de la erosión, que ofrece mayor eficiencia y factibilidad económica, y puede obtenerse a través del Manejo Integrado de Arvenses. En la Tabla 8 se reportan algunas de las arvenses consideradas nobles y frecuentes en los cultivos de café en Colombia.



Figura 5.

Algunas arvenses nobles en el cultivo de café. **a.** *Commelina elegans*; **b.** *C. diffusa*; **c.** *Phyllanthus niruri*; **d.** *Polygonum nepalense*; **e.** *Hydrocotyle umbellata*; **f.** *Jaegeria hirta*; **g.** *Oxalis latifolia*; **h.** *O. corniculata*; **i.** *Hyptis atrorubens*; **j.** *Drymaria cordata*; **k.** *Euphorbia hirta*; **l.** *Dichondra repens*.

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia
<i>Commelina elegans</i> L.	Siempre viva	Commelinaceae
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Siempre viva, suelda con suelda, mangona, canutillo, trapoeraba, hierba de pollo, quesadillas, cohitre, campín gomoso, coyuntura	Commelinaceae
<i>Dichondra repens</i> Forst	Dicondra, centavito, millonaria	Convolvulaceae
<i>Drymaria cordata</i> (L) Willd ex Roem y Schult.	Drimaria, nervillo, yerba de estrella, paga pinto, pajarar, golondrina	Caryophyllaceae
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Yerba de sapo, tripa de pollo, pimpinela, yerba de golondrina, canchelagua, lechosa	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia prostrata</i> Ait.	Quiebra piedra rastrea, Santa Lucía	Euphorbiaceae
<i>Hydrocotyle umbelata</i> L.	Orejitas, champaña, sombrerito de agua	Umbelliferae
<i>Hyptis atrorubens</i> Point.	Yerba de sapo, peludita, arropadita, botoncillo	Labiatae
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	Añil, cascabelito	Leguminosae
<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz) P. Beauv.	Gramma de conejo, pelillo	Gramineae
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Platanillos, acedera, acederilla, chulco	Oxalidaceae
<i>Oxalis latifolia</i> H.B.K.	Acedera, falso trébol	Oxalidaceae
<i>Oxalis acetosella</i> L.	Acedera, platanillo, vinagrillo	Oxalidaceae
<i>Panicum trichoides</i> Sw.	Ilusión, paja churcada	Gramineae
<i>Panicum pulchellum</i> Raddi	Guaduilla	Gramineae
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Balsilla, viernes santo, chancapiedra, quiebra piedra, fortesacha, piedra quino de pobre, bolcilla	Euphorbiaceae
<i>Polygala paniculata</i> L.	Mentol, sarpoleta	Polygalaceae
<i>Polygonum nepalense</i> Meisn.	Botoncillo, corazón herido, la bella, liberal	Polygonaceae
<i>Richardia scabra</i> L.	Ipecacuana, cabeza de negro, poaia branca	Rubiaceae
<i>Sisyrinchium bogotense</i> H.B.K.	Espadilla, fito, cebollín	Iridiaceae
<i>Tradescantia</i> sp.	Panameña, cebra	
<i>Tripogandra cummanensis</i> o <i>Tradescantia cummanensis</i> (Kunth Woods)	Siempre viva, suelda, suelda con suelda	Commelinaceae
<i>Zornia diphylla</i> (L.)Pers	Alverjilla, barba de burro, mariguana del Brasil, encarrugada, trencilla	Leguminosae

Tabla 8.

Arvenses de interferencia muy baja o nobles en cafetales (Adaptado de Gómez, 1990a).

Manejo sostenible de arvenses

Tradicionalmente, en la zona cafetera colombiana, el manejo de las arvenses se ha realizado al utilizar sistemas de control como el uso del machete, guadañadora o azadón, y a partir de la década de 1980, mediante la aplicación de herbicidas, generalmente de acción postemergente. Hasta hace poco, el manejo de las arvenses se enfocaba a la eliminación total de las coberturas, dejando los suelos totalmente desnudos y desprotegidos a la acción erosiva de las lluvias, ocasionando pérdidas permanentes de la capa superficial del suelo, bajas en la productividad e incremento de los costos de producción.



Hoy se habla de **manejo sostenible de arvenses**, el cual consiste en la **disminución de la interferencia de éstas, teniendo en cuenta las tres dimensiones de la sostenibilidad (Social, ambiental y económica), proporcionando condiciones favorables para el desarrollo del cultivo en todas sus etapas.**

Este tipo de manejo tiene en cuenta los efectos directos e indirectos sobre el medioambiente y el hombre, tales como: La degradación de los suelos y aguas, la acumulación de sustancias tóxicas en los productos cosechados, los daños ocasionados a los cultivos, la fauna y la flora, el desarrollo de resistencia de las arvenses a herbicidas y los riesgos para la salud de las familias.

Métodos para el manejo sostenible de arvenses

Prevención de la infestación

Ésta debe ser la primera práctica de un programa de manejo de arvenses, además de ser la más segura y económica. Consiste en evitar la introducción, el establecimiento y la diseminación de las arvenses en áreas donde normalmente no se presentan; la prevención puede realizarse regionalmente o dentro de los lotes de una finca (Gómez *et al.*, 1985). En un programa de prevención son fundamentales las buenas prácticas de cultivo y la limpieza de herramientas, maquinaria y equipos.

Prácticas de cultivo

Incluye todas aquellas prácticas que manejadas eficientemente contribuyen al desarrollo vigoroso de la plantación, de tal forma que ésta pueda competir favorablemente con las arvenses.

Según Gómez *et al.* (1985) las bases para el manejo preventivo de arvenses son:

- Uso de semilla o material vegetal certificado libre de arvenses
- Uso de variedades mejoradas
- Preparación adecuada del sitio de siembra
- Manejo de los residuos del cultivo (ramillas, hojarasca), esparciéndolos en las calles del cafetal
- Establecimiento del cultivo en la época adecuada para asegurar disponibilidad de humedad y un crecimiento rápido y vigoroso de los cafetos
- Manejo integrado de plagas y enfermedades
- Aplicación adecuada y oportuna de fertilizantes químicos y abonos orgánicos
- Densidades de siembra acorde con la variedad y las condiciones ecológicas
- Cubrimiento de las calles del cafetal con coberturas nobles

Manejo manual de arvenses

Consiste en el arranque manual de las arvenses; es el método más recomendado en la etapa de almácigos en el cultivo del café, donde se deben realizar controles muy frecuentes para evitar la interferencia en esta etapa del cultivo y así evitar el crecimiento rápido de las arvenses y, por ende, su competencia.

Este método es también recomendable para el manejo de arvenses en la zona de raíces de las plantas de café, en etapa de levante (menor a 1 año). En las calles del cultivo, este método es viable en lotes de extensión baja y fincas pequeñas, que dependen de mano de obra familiar. Es también recomendado en los sistemas de producción de café orgánico. Cuando existen arvenses de difícil control por otros métodos, como el caso de la especie *Erigeron bonariensis* (venadillo) el control manual es una alternativa viable, incluso para manejo en grandes extensiones.

Manejo mecánico de arvenses

Se realiza al utilizar herramientas de corte manuales o motorizadas, las más comunes en la zona cafetera son: El machete, el azadón y la guadañadora, estas herramientas utilizadas de manera adecuada e integrada son muy útiles para el manejo de arvenses y evitar la erosión. Este método de control debe utilizarse cortando las arvenses a una altura de 3 a 5 cm del suelo. No se recomienda el manejo mecánico en la zona de raíces del cultivo de café, debido al daño que se causa al tallo y raíces.



Consideraciones prácticas

Quando se utilicen herramientas de corte como el machete o la guadañadora para realizar un control mecánico de arvenses, se debe procurar no causar heridas en las plantas de café, ya que éstas favorecen el ataque de patógenos, que causan la muerte de plantas y afectan la producción del cultivo.

Manejo químico de las arvenses

Este método se basa en la utilización de herbicidas químicos para el manejo de las arvenses. Un herbicida es un producto capaz de alterar la fisiología de las

plantas, durante un período suficientemente largo, para impedir su desarrollo normal o causar su muerte (Gómez et al., 1985). Ésta es una herramienta utilizada para el manejo de arvenses, sin embargo, no es la única ni la más efectiva. En la actualidad el mercado mundial ofrece alrededor de 250 moléculas de herbicidas, que permiten el control de la mayoría de arvenses asociadas a los cultivos (Valverde et al., 2000), pero desde hace más de 20 años no se producen herbicidas nuevos a nivel mundial (Duke, 2012).

A continuación se presentan algunos aspectos generales para el **reconocimiento de los herbicidas químicos**.

Nombre químico: Se refiere al nombre de la molécula del ingrediente activo del herbicida.

Nombre técnico: Generalmente derivado del nombre químico, es el ingrediente activo (i.a.), puede ser una abreviatura del nombre de la molécula química o una

denominación arbitraria. Se usa para denominar los herbicidas en la nomenclatura científica.

Nombre comercial: Es el nombre que le da la casa productora en el mercado y difiere según el laboratorio o casa comercial que lo produce, puede variar de un país a otro. Cuando se hace referencia a la dosis del producto comercial de un herbicida se utiliza el nombre comercial, cuando se referencia la dosis del ingrediente activo, debe usarse el nombre técnico.

Modo de acción: Se conoce como la suma total de las respuestas anatómicas, fisiológicas y bioquímicas que constituyen la acción fitotóxica de un químico, así como la localización física y degradación molecular del herbicida en la planta (Doll, 1982).

Mecanismo de acción: Es el proceso fisiológico más específico donde actúa el herbicida para causar la muerte de la planta (Doll, 1982).

Clasificación general de los herbicidas para su aplicación en cultivos de café	
Herbicidas preemergentes	<p>Se aplican después de la siembra del cultivo pero antes que germinen las arvenses, por ejemplo: El diuron y el oxyfluorfen son herbicidas que desnudan el suelo y tienen un alto poder residual. Estos productos actúan en el suelo sobre la germinación de las arvenses.</p> <p>Se recomienda usar los preemergentes, como oxyfluorfen, en la etapa de almácigo y no en aplicaciones generales en el campo, ya que pueden desnudar el suelo. No obstante, pueden ser útiles para el manejo de arvenses en la zona de raíces de plantas perennes (plateo). Algunos cultivos como el café, cítricos y cacao, pueden ser susceptibles a la fitotoxicidad por la aplicación de herbicidas preemergentes como el diuron (Gómez et al., 1985).</p>
Herbicidas postemergentes	<p>Se aplican después de la emergencia de las arvenses. Para obtener mayor eficiencia en el control se recomienda la aplicación antes de la etapa de floración de las arvenses. Los herbicidas postemergentes pueden ser de contacto como el paraquat, y sistémicos como el glifosato o el 2,4-D sal amina.</p> <p>Según el tipo de arvenses que controlen, los herbicidas postemergentes también pueden clasificarse como selectivos o de amplio espectro, por ejemplo: El fluazifop – butil, selectivo a arvenses de hoja angosta (Gramíneas), el 2,4 D amina selectivo de hoja ancha, y el glifosato, el glufosinato de amonio y el paraquat, clasificados como de amplio espectro.</p>
Herbicidas de contacto	<p>Son aquellos cuyo efecto ocurre casi inmediatamente el producto llega a las primeras células de las hojas o a los puntos meristemáticos, sean del tallo o de la raíz, y actúa solamente en este sitio. Un ejemplo, es el paraquat, que a la vez es un desecante de plantas (Es un herbicida muy tóxico), y el glufosinato de amonio.</p>
Herbicidas sistémicos	<p>Son absorbidos y translocados dentro de la planta para ejercer su efecto en un lugar generalmente distinto al de penetración. Su movilidad ocurre a través del sistema vascular de la planta vía simplasto y/o apoplasto. Tienen la ventaja, que en bajos volúmenes de aplicación y en dosis adecuadas permiten la selectividad de arvenses, lo que favorece que una población de arvenses domine sobre otras.</p>

Aspectos específicos en el manejo químico de las arvenses

En la aplicación de los herbicidas para el manejo químico de las arvenses se deben considerar aspectos relacionados con la aplicación de los herbicidas y la respuesta de las arvenses a su acción.

Factores que afectan la aplicación de los herbicidas

Doll (1981) señala que el éxito del control de las arvenses mediante el uso de los herbicidas no depende únicamente del producto en sí, sino que existen otros factores de igual importancia, que en muchas ocasiones no se tienen en cuenta al momento de hacer un control químico de arvenses, estos factores son:

- **Equipos de aspersión debidamente calibrados**, utilizando la boquilla (800050, 8001, 8002) y presión adecuada (20 a 25 psi). De acuerdo al producto que se aplique, utilizar filtros preboquillas y reguladores de presión de ser necesarios (50 a 100 mallas).
- **Verificar la calidad del agua antes de la preparación de la mezcla a aplicar.** En general, se consideran dos aspectos: El uso de aguas calcáreas o ferruginosas (aguas duras) puede afectar la solubilidad del herbicida causando su sedimentación, situación que se presenta principalmente con aquellos productos cuyo ingrediente activo contiene radicales ácidos. Así mismo, no deben utilizarse aguas que contengan suelo, pues la materia orgánica y las arcillas son coloides que adsorben los productos, afectando así la acción del herbicida.
- **La cantidad del agua** es un aspecto que se debe tener en cuenta, ya que el uso de cantidades inadecuadas puede afectar la uniformidad en la aplicación o disminuir la retención de la solución por las hojas. La cantidad de agua la determina la época en la cual debe hacerse la aplicación. Para aplicaciones de herbicidas preemergentes son suficientes 150 a 250 litros de agua por hectárea, en aplicaciones de postemergentes se recomienda una mayor cantidad de agua, 200 a 300 litros por hectárea, para lograr un cubrimiento uniforme del follaje. Los herbicidas sistémicos deben aplicarse con menos cantidad de agua (200 L.ha⁻¹) y los de contacto en mayor cantidad (300 L.ha⁻¹). Para el caso del glifosato, altos volúmenes pueden reducir la efectividad del tratamiento por dilución del surfactante y retención deficiente de la solución sobre las hojas (Moreno, 1980).
- **Los factores ambientales como la humedad, el viento y la temperatura afectan la eficacia de los herbicidas, por lo tanto, deben tenerse en cuenta**

para aplicar el producto en el momento más indicado. Al momento de hacer la aplicación se debe identificar la humedad del suelo, es así como si se aplican herbicidas preemergentes es preferible que el suelo esté a capacidad de campo. El rocío contribuye a la redistribución del herbicida sobre la superficie de la planta haciendo más eficiente la penetración del herbicida en aplicaciones a bajo volumen; este factor influye en las aplicaciones de postemergentes de alto volumen, al interferir en la retención de la mezcla del herbicida en el follaje. La lluvia puede disminuir la retención del herbicida y así disminuir su efecto; por ejemplo, en aplicaciones de glifosato a alto volumen puede ocurrir un lavado de la mezcla, si dentro de las 3 ó 4 horas siguientes a la aplicación se presentan lluvias, esto debido a la alta solubilidad del producto.

- Con referencia al **viento**, es preferible no efectuar aplicaciones cuando la velocidad del viento sea mayor a 10 km.h⁻¹; también, es necesario determinar la dirección de éste para evitar que un herbicida cause toxicidad a cultivos vecinos.
- **La temperatura elevada influye en las aplicaciones de herbicidas** en varios aspectos:

Aumenta la toxicidad del producto hacia el cultivo. Si se tiene un día muy caluroso y si se aplica un herbicida postemergente podría resultar más tóxico al cultivo que lo normalmente esperado, debido a la mayor evaporación del producto. Ocasiona marchitez de las arvenses, lo que interfiere en la traslocación del herbicida. Inactivan los herbicidas por volatilización. Se aumenta la actividad de algunos herbicidas postemergentes, esto permite disminuir su dosis cuando se aplica en zonas de climas cálidos, como en el caso del 2,4-D. Por el contrario, las bajas temperaturas reducen la tasa de crecimiento de las arvenses, lo que hace más lenta la acción del herbicida, por lo tanto, hay que aplicar mayores dosis del producto. En general, se recomienda efectuar las aplicaciones de herbicidas cuando la temperatura está entre 15 y 32 °C.

Para el caso del glifosato, los factores ambientales que favorecen la fotosíntesis como son la alta intensidad de la luz, la humedad adecuada en el suelo y la mayor temperatura ayudan a maximizar la traslocación del herbicida, ya que el movimiento del glifosato por el floema sigue los mismos pasos y va a los mismos sitios que los azúcares producidos mediante el proceso de la fotosíntesis (Moreno, 1980). Lo anterior se aplica para herbicidas como paraquat y glufosinato de amonio.

Factores que inciden en la respuesta de las arvenses a la aplicación de herbicidas

La aplicación de un herbicida también puede fallar porque la arvense sea resistente o tolerante al herbicida, o por

que se encuentre en un estado de desarrollo avanzado y el herbicida no la controle. Los factores que inciden son:

El tipo y estado de desarrollo de las arvenses. Es importante tener en cuenta el complejo de arvenses existente al seleccionar el herbicida, ya que **ningún herbicida controla todo tipo de arvenses**. Otro factor importante es la tolerancia de las arvenses a los herbicidas, a medida que van creciendo. La época ideal para la aplicación de un postemergente es cuando las arvenses tienen de dos a tres hojas verdaderas (Hoyos, 1990) (Figura 6).

La resistencia de las arvenses a los herbicidas. La resistencia a herbicidas se define como la capacidad desarrollada por una población previamente susceptible, para resistir la aplicación de un herbicida y completar su ciclo de vida. El desarrollo de la resistencia de una especie de arvense a un herbicida, se atribuye principalmente a la presión de selección que ejerce el uso continuo del mismo sobre la población, lo que conlleva a que el control sea cada vez menos eficiente (Heap, 2005). En la práctica, la presión de selección depende de la dosis de herbicida utilizada, su eficacia y la frecuencia de aplicación (Valverde et al., 2000).

Un obstáculo de cuidado al que se enfrenta el agricultor con el control químico de arvenses es la resistencia de éstas a los herbicidas. Valverde et al. (2000), afirman que si no se establecen estrategias sostenibles de manejo integrado de arvenses, la utilidad futura de los herbicidas está seriamente amenazada, debido a que la adopción del manejo integrado de arvenses ha sido limitada.

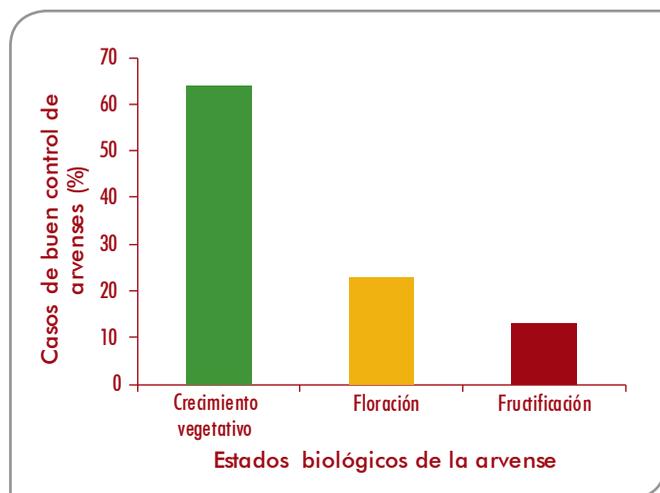


Figura 6.

Estado biológico para el control eficaz de arvenses (Hoyos, 1990).

En el año 2012, la *International Survey of Herbicide Resistant Weeds* registró 210 especies diferentes, en 61 países (Heap, 2012). Desde 1996 hasta el 2012, se han reportado en el mundo 23 biotipos de arvenses que se han tornado resistentes al glifosato, entre ellas están *Erigeron bonariensis* y *Eleusine indica*, presentes en cafetales en Colombia.

En la zona cafetera colombiana especialmente en las áreas de café tecnificado, se evidencian factores del manejo de las arvenses que pueden generar casos potenciales de resistencia a los herbicidas, como son el uso de un herbicida con un solo mecanismo de acción, alta frecuencia en la aplicación del mismo, por más de 20 años, aplicaciones en forma generalizada, calibración poco técnica de equipos y utilización del método químico como única alternativa de control.

En investigaciones realizadas en Cenicafé, Menza (2006) y Menza y Salazar (2006), encontraron que las especies *Eleusine indica* y *Erigeron bonariensis* han adquirido resistencia al glifosato, al comparar el control de un biotipo proveniente de un sitio sin influencia de herbicidas químicos por más de 20 años (Biotipo Finca D –Departamento de Santander) con biotipos provenientes de sitios con altas tasas de aplicación de este herbicida (Más de cuatro veces por año, durante más de 10 años) en Chinchiná y Palestina, en el departamento de Caldas (Biotipos Fincas A, B y C) (Figuras 7 y 8).

Dentro de las recomendaciones para prevenir la resistencia de las arvenses a los herbicidas, se pueden citar:

- El control de arvenses mediante la integración de métodos manuales, mecánicos y químicos de forma conjunta, sin dependencia excesiva en cualquiera de ellos (Njoroge, 1994b).
- Mezcla y rotación de herbicidas con diferentes mecanismos de acción (Wrubel y Gressel, 1994), es decir, cambiar la molécula del herbicida y no solamente el nombre comercial.

Daño a cultivos por fitotoxicidad. Cuando el manejo químico de las arvenses no se hace técnicamente con las debidas precauciones, pueden ocasionarse serios problemas a cultivos, lo que se ve reflejado en la disminución de la producción.

En cultivos de café, cuando se presenta fototoxicidad por herbicidas (Figura 9), es muy poco o casi nada lo que puede hacerse para corregirlo, por lo tanto, es importante tomar las precauciones necesarias para reducir los riesgos de daño.

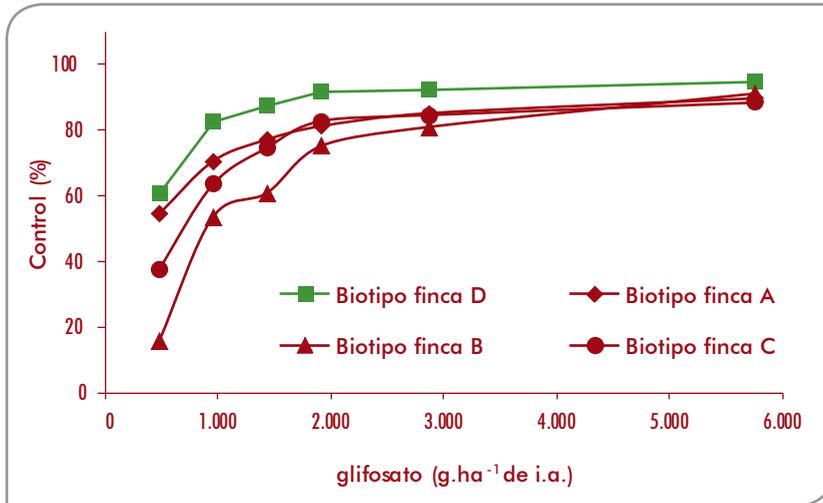


Figura 7.

Control de biotipos de *E. indica* con dosis crecientes de glifosato, 21 días después de realizada la aplicación. Plantas bajo condiciones controladas en casa de mallas (Menza y Salazar, 2006).

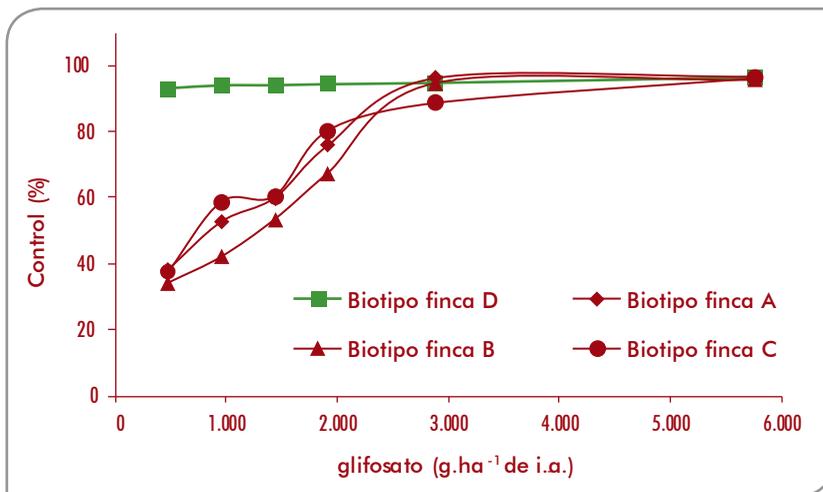


Figura 8.

Control en biotipos de *E. bonariensis* con dosis crecientes de glifosato, 21 días después de realizada la aplicación. Plantas bajo condiciones controladas en casa de mallas (Menza y Salazar, 2006).

Consideraciones prácticas

Cuando ya se ha comprobado la resistencia de una arvense a un determinado herbicida, es necesario (Njoroge, 1994b, Menza y Salazar, 2007):

- Evitar el uso del herbicida al que se ha confirmado la resistencia, salvo que se utilice en mezcla con otros de diferente mecanismo de acción.
- No incrementar la dosis del herbicida al que se ha confirmado la resistencia, ya que se acelera aún más el desarrollo de la misma y cada vez se necesitará de una dosis mayor.
- Limitar el movimiento de las poblaciones resistentes entre los campos, limpiando la maquinaria o herramientas para evitar la transferencia de semillas.
- Emplear otros herbicidas con mecanismo de acción diferente al herbicida que se le confirmó la resistencia.
- Implementación de un programa de manejo integrado de arvenses, para evitar que otras especies sigan adquiriendo resistencia a los herbicidas.



Figura 9.

Síntomas de fitotoxicidad por glifosato en café. **a.** Después de 8 días de la aplicación; **b.** Después de 90 días de la aplicación (Galvis y Salazar, 2009).

Los daños al cultivo de café debido a los herbicidas, generalmente se deben a varios factores, los cuales deben ser tenidos en cuenta antes de la aplicación (Galvis y Salazar, 2009), por ejemplo:

- x Hacer aplicación de herbicidas sobre arvenses en estado avanzado de desarrollo, las cuales sobrepasen la altura del cultivo
- x Aplicación de herbicidas bajo condiciones adversas de clima (vientos)
- x Aplicaciones de herbicida en forma generalizada y reiterada
- x Equipos de aplicación mal calibrados y en mal estado
- x Sobre dosificación del producto
- x Mezcla inadecuada de herbicidas y coadyuvantes
- x Mal o ningún mantenimiento de los equipos de aplicación
- x Operarios sin alguna capacitación o mal capacitados

Eficacia y persistencia de diferentes herbicidas para el manejo de arvenses

Entre 1960 y 1980 la exploración de nuevas moléculas para el control de arvenses en café era frecuente (Gómez et al. 1985). Desde la llegada de glifosato entre los años 1970 y 1980 disminuyó la búsqueda de otras moléculas para el control de arvenses en el cultivo del café. Actualmente, con la evolución de la resistencia de las arvenses a los herbicidas se observa que las herramientas son escasas.

Según Herrera (1983), los herbicidas más empleados y más vendidos en la zona cafetera en 1983 fueron en su orden: glifosato (84,7%), paraquat (13,1%) y oxyfluorfen (10,9%). Así mismo, registró que se usaban herbicidas en el 28% del área con cafetales tecnificados, de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda. Entre tanto, Tabares (1989) encontró que en el 74% del área con cafetales tecnificados aplican herbicidas, lo que plantea una adopción generalizada de éstos por los caficultores medianos y grandes en los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda.

Las investigaciones de Cenicafé han demostrado que el glifosato es el herbicida más eficiente para el manejo de arvenses en cafetales, debido a su alta persistencia y su eficacia hasta del 90% (Tabla 9); sin embargo, su uso generalizado e irracional puede ocasionar erosión, contaminación del ambiente, fitotoxicidad a los cultivos, toxicidad al hombre y, recientemente, se ha registrado la resistencia de arvenses al mismo.

Tratamiento	Dosis de producto comercial (%)			Persistencia (Promedio de días)
	0,75	1,00	1,25	
	Eficiencia de control (%)			
glifosato	77	89	91	81
glifosato + 1% de úrea	80	82	89	76
paraquat 200 + 800 diuron	76	81	77	53
glifosato + 2,4-D amina	58	69	73	53
paraquat	68	70	77	46
paraquat 200 + diuron 100	67	69	68	45

Tabla 9.

Eficacia y persistencia del control de arvenses en cafetales con diferentes herbicidas químicos (Hoyos, 1990).

Opciones para el uso de herbicidas en el cultivo del café

▪ Postemergentes no selectivos

Acción sistémica:

glifosato: sal isopropilamina 480 g.L⁻¹, de 2 a 3 L.ha⁻¹.

Acción de contacto:

glufosinato de amonio 150 g.L⁻¹, dosis 1,5 L.ha⁻¹.

paraquat en dosis 1,0 a 1,5 L.ha⁻¹; diurón + paraquat: Gramíneas difíciles (Gómez *et al.*, 1985)

▪ Postemergentes selectivos

Hoja ancha: 2,4-D amina 480 g.L⁻¹, dosis 2,5 L.ha⁻¹, en casos puntuales en café

Gramicidas: fluazifop - p - butil: 1,0 a 1,5 L.ha⁻¹.

▪ Preemergentes: oxyfluorfen 240 g.L⁻¹, dosis 3 a 4 L.ha⁻¹; oxyfluorfen 120 g.L⁻¹, dosis 1,0 a 2,0 L.ha⁻¹; oxyfluorfen 480 g.L⁻¹, dosis 1,0 a 2,0 L.ha⁻¹. Pendimetalina, diurón el cual se debe usar en almácigos (Gómez *et al.*, 1985).

▪ Otros postemergentes potenciales de uso específico: sulfuronos, nicosulfuron: Gramíneas y cyperaceas. metsulfuron metil: Hojas anchas, cyperaceas, helechos.

Control químico de arvenses resistentes a glifosato o de difícil manejo en cafetales

Existen otras alternativas con mecanismos de acción diferentes al glifosato, para el control eficiente de las arvenses estudiadas, que permiten la prevención y el manejo de posibles casos de resistencia. Su utilización puede incluirse preferiblemente dentro de un programa de manejo integrado de arvenses.

Los herbicidas fluazifop -p- butil y glufosinato de amonio, son alternativas químicas (Diferentes al glifosato) eficientes para el control de *E. indica* (Tabla 10). El herbicida 2, 4-D amina, el herbicida

glufosinato de amonio y la mezcla glifosato + 2, 4-D amina, son alternativas químicas eficientes para el control de *E. bonariensis* (Tabla 11), mientras que el glifosato es el herbicida con el cual se obtiene un eficiente control (> 90%) de *E. sonchifolia*.

Panicum laxum, conocido como paja morada por los caficultores de la zona cafetera Central, es una arvense considerada de interferencia alta en el cultivo del café en Colombia. Los mismos agricultores han reportado la dificultad para su manejo con glifosato. Con fluazifop -p- butil, a los 15 días después de la aplicación se alcanzó el valor promedio más alto de control (89%), lo cual coincidió con la mejor calificación por parte del agricultor como buen control (B) (Tabla 12). Paraquat fue

Tratamientos herbicidas	Control (%)	C.V.%
glifosato	54,8	38,2
fluazifop -p- butil	75,2	13,9
glufosinato de amonio	62,5	9,7
glifosato + coadyuvante	61,0	51,8
fluazifop -p- butil + coadyuvante	88,0	2,8
glufosinato de amonio + coadyuvante	77,8	12,8

Tabla 10.

Control de *E. indica* con los diferentes tratamientos de herbicidas (Menza y Salazar, 2007).

C.V.: Coeficiente de variación

Tratamientos herbicidas	<i>Erigeron bonariensis</i>		<i>Emilia sonchifolia</i>	
	Control (%)	C.V. %	Control (%)	C.V.%
glifosato	6,8	65,6	91,5	2,7
2, 4-D amina	96,7	4,8	30,2	80,3
glufosinato de amonio	79,6	38,0	40,1	87,1
glifosato + 2, 4-D amina	96,8	2,1	70,9	5,8
glifosato + coadyuvante	11,5	60,5	84,2	13,3
2, 4-D amina + coadyuvante	94,3	3,7	56,3	36,9
glufosinato de amonio + coadyuvante	87,2	22,5	31,8	54,9
glifosato + 2, 4-D amina + coadyuvante	95,1	2,2	66,8	35,5

Tabla 11.

Control de *Erigeron bonariensis* y *Emilia sonchifolia* con los diferentes tratamientos de herbicidas (Menza, 2006).

C.V.: Coeficiente de variación

	8 dda*	15 dda	21 dda
glifosato (selector)	M	M	M
fluazifop -p- butil	R	B	B
diquat	R	M	M
glufosinato de amonio	B	M	M
paraquat	B	R	R
glifosato (aspersión)	M	M	M

Tabla 12.

Calificación del control de *P. laxum* por el agricultor.

E: Excelente, B: Bueno, R: Regular, M: Malo (criterio del agricultor); *dda: Días después de la aplicación

el herbicida de contacto más eficaz a través del tiempo, al lograr un control de la arvense hasta del 74%, recibió una calificación buena (B) por parte del agricultor 8 días después de la aplicación.

En el cultivo del café en condiciones de la zona cafetera central, con el glufosinato de amonio 150 g.L⁻¹ se obtuvieron los mismos valores de control de arvenses que con glifosato hasta los 28 días después de su aplicación. El tratamiento más persistente en el tiempo, como se esperaba, fue el glifosato, debido a su acción sistémica, con control entre el 91% y el 94% a los 35 días después de su aplicación, en este período de evaluación (Tabla 13) (López et al., 2012).

Manejo seguro de los herbicidas

Al utilizar un herbicida se deben tener en cuenta los siguientes aspectos (modificado de López et al., 2012):

- Evite al máximo el uso indiscriminado de pesticidas por el bienestar de su comunidad. No haga aplicaciones cerca de las viviendas habitadas, ni cerca de fuentes de agua, y menos si estas últimas son para consumo humano o de animales.
- Fomente campañas ambientales y de educación en su comunidad, sobre los riesgos y el uso racional de pesticidas. Una campaña ambiental podría ser la promoción de una semana sin aplicación de

Tratamiento	Dosis por hectárea	Período después de la aplicación (días)			
		15	21	28	35
Cobertura muerta					
glufosinato de amonio 150 g.L-1	1,5	81%–88% a	85%–91% b	86%–93% a	78%–85% b
glufosinato de amonio 150 g.L-1	2,0	83%–89% a	85%–90% b	83%–93% a	79%–86% b
glifosato	2,0	88%–92% a	86%–90% b	89%–92% a	91%–94% a
glufosinato de amonio 150 g.L-1 y Glifosato alternados en el tiempo	2,0	78%–92% a	92%–97% a	91%–96% a	76%–88% b

Tabla 13.

Intervalos promedio de control de arvenses (%) en el cultivo del café con diferentes tratamientos (López *et al.*, 2012).

agroquímicos en su vereda, o el manejo adecuado de los recipientes vacíos que contenían pesticidas.

- Evite realizar aplicaciones generalizadas y reiteradas en todo el lote, ya que esta práctica puede generar pérdidas altas de suelo por erosión y deslizamientos, contaminar las aguas del suelo, además puede contribuir a la aparición de arvenses resistentes a los herbicidas.
- Tome todas las precauciones para manipular el agroquímico, durante la medición, mezcla y aplicación. Antes de iniciar la aplicación lea la etiqueta del producto, debido a que en su mayoría éstos se absorben por la piel o por ingestión.
- Utilice una adecuada tecnología de aplicación: Aplique en el momento oportuno, use una dosis correcta y realice una adecuada calibración de los equipos antes de la aplicación. Los equipos de aspersión deben estar en buen estado, es decir, que no presente fugas o goteos.
- Utilice un adecuado equipo de protección, el cual consta de: Monogafas, careta, gorra con capucha, camisa y pantalón, fabricados en lo posible con material hidropelente, botas de caucho y guantes de nitrilo, el cual se debe quitar y lavar al culminar la aplicación.
- No aplique cuando haya mucho viento y posibilidades de lluvia. Siempre se debe realizar la aplicación a favor del viento, nunca en contra.
- Nunca permita que los niños, madres gestantes, personas sin protección o mascotas estén en el lote en donde se va a realizar la aplicación del producto y después de aplicado el mismo.
- Por ningún motivo intente destapar las boquillas soplandolas con la boca, utilice un cepillo y utilice guantes para su mantenimiento.
- No deje descuidado los plaguicidas, manténgalos siempre en una caja y en un sitio seguro. No deje tirados, en cualquier parte, los envases vacíos de plaguicidas, acumúlelos en un solo sitio del lote.

Aproveche el contenido completo del envase cuando lo vacíe, lave y enjuague tres veces con agua limpia, y agréguela a la mezcla ya preparada.

- Inutilice los envases vacíos, perfórelos y elimínelos según la legislación y las normas locales vigentes.
- Evite siempre comer, fumar o beber durante el manejo y aplicación pesticidas. La ropa que use para realizar la aplicación debe estar limpia. No use la misma ropa para varias aplicaciones, sin antes lavarla. Báñese después de aplicar el producto y póngase ropa limpia, antes de tener contacto con su familia.

Manejo Integrado de Arvenses (MIA)



A partir de la década de 1990, se ha venido incrementando la adopción del Manejo Integrado de Arvenses (MIA), como una de las prácticas recomendadas por Cenicafé para reducir los costos de producción en las fincas cafeteras. Debe resaltarse que el MIA, además de reducir el costo de las desyerbas, es la práctica más eficiente de conservación de suelos en zonas de ladera.

Dentro del manejo sostenible de arvenses está la filosofía del Manejo Integrado de Arvenses, que busca mantener

el suelo con coberturas, para conservarlo al igual que al agua, sin que se afecte la productividad y los costos de producción, lo cual se logra al disminuir la proporción de las poblaciones de arvenses agresivas y favorecer las de fácil manejo, y de mediana y baja interferencia con el cultivo.

Gómez (1990b) midió la erosión como el efecto de la desyerba de cafetales con azadón, machete y herbicidas bajo la modalidad de Manejo Integrado de Arvenses. A partir del tercer año, el cafetal se cerró y después de esta época se requirieron solamente parcheos esporádicos para controlar algunas arvenses. También se observaron pérdidas de suelo por erosión por debajo del nivel de tolerancia ($1,0 \text{ t.ha-año}^{-1}$).

A partir de las investigaciones sobre el MIA, se han tenido las siguientes consideraciones:

- Para el desarrollo normal del cafeto, los dos primeros años son críticos desde el punto de vista de control de arvenses, así como para la erosión de los suelos, debido a que se incurre en un control más frecuente de arvenses.
- Cuando se realizan desyerbas selectivas en esta etapa del cultivo, las pérdidas de suelo por erosión se reducen entre 95% y 97%, debido a la presencia de las coberturas de baja interferencia.
- El solo hecho de integrar diferentes métodos, por ejemplo, el control químico con selector de arvenses y corte con machete, no asegura que se haga el MIA, si esto se realiza para desnudar el suelo. La aplicación del MIA no debe depender exclusivamente de la adopción de una herramienta.

Establecimiento del Manejo Integrado de Arvenses (MIA)

El manejo integrado de arvenses recomendado por Cenicafé contempla los siguientes aspectos:

Plateo del cultivo: Esta labor debe realizarse manualmente en siembras nuevas hasta el primer año del cultivo, posteriormente, puede hacerse mediante la aplicación de herbicidas químicos, utilizando el selector de arvenses.

Control manual: Esta práctica se realiza cuando en los cultivos se encuentren arvenses agresivas de difícil control por otros métodos. Entre ellas tenemos: *Erigeron bonariensis* (Venadillo), *Echinochloa* sp. (Arrocillo), *Talinum paniculatum* (Verdolaga grande) y *Colocasia esculenta* (Bore), arvenses enredaderas, entre otras.

Control mecánico de arvenses: El control mecánico de las arvenses entre los surcos, se realiza teniendo en cuenta que en los cafetales en levante, las arvenses no sobrepasen los 15 cm de altura, y los 25 cm en cafetales en producción. Este control se realizó utilizando machete y guadaña, cortando las arvenses a una altura de 3 a 5 cm del suelo sin dejar el suelo desnudo.

Parcheos selectivos: Esta labor se realiza sobre las arvenses agresivas, una vez éstas alcanzan una altura aproximada de 15 cm; para ello se utiliza el equipo selector de arvenses, aplicando el herbicida glifosato (concentración comercial de 480 g.L^{-1} de i.a.) a una dosis del 10%.

La integración de los anteriores sistemas de manejo promueven el establecimiento de las coberturas nobles a través del tiempo; cuando éstas superan los 25 cm de altura deben cortarse a una altura de 5 cm aproximadamente.

El selector de arvenses utilizado para realizar el Manejo Integrado de Arvenses (MIA)

El selector de arvenses es un equipo sencillo y liviano, diseñado por Cenicafé (Rivera, 1994), para la aplicación racional de herbicidas en forma localizada, sobre arvenses de alta interferencia o muy agresivas.

La finalidad principal de su uso es la conservación de los suelos y aguas, debido a que éste permite el uso racional de herbicidas y el establecimiento de arvenses de baja interferencia o coberturas nobles, que evitan su erosión y degradación.

El primer equipo fue diseñado en el año 1994 por Cenicafé (Rivera, 1994) y hasta hoy ha tenido muchos cambios, que lo han hecho más eficiente y de fácil funcionamiento y manejo.

Por lo anterior, es importante conocer su estado actual (Figura 10), para poder adoptarlo en la finca cafetera como herramienta para el manejo integrado de las arvenses, que permite reducir los costos de las desyerbas entre el 20% al 50% (Hincapié y Salazar, 2007) y la erosión de suelos considerados resistentes a la erosión, en niveles superiores al 50% (Quiroz e Hincapié, 2007).

Características importantes del equipo actual. Está construido en material de polipropileno de alta densidad. Una de las ventajas de este material además de su alta resistencia, es que permite ver el nivel del líquido al

**Figura 10.**

Uso del selector de arvenses

interior del selector. Desde el año 1997 (Rivera, 1997), el equipo cuenta con un sistema sencillo de regulación para la salida del líquido, utilizando el principio del Frasco de Mariotte, que en términos prácticos consiste en la entrada de aire por medio de una manguera angosta (8 mm de diámetro), que permite llevar el aire al punto más bajo del selector, inclusive por debajo de los orificios de salida, lo cual asegura que la presión del líquido sea nula si el selector se deja en reposo. Los orificios son dos, con un diámetro de 0,5 mm, y están ubicados por encima, con el fin de que la entrada de aire mencionada anteriormente esté por debajo de los mismos (Rivera, 2000).

Indicadores prácticos

- El selector tiene una capacidad de 800 cm³
- La salida de la mezcla del selector tiene una duración que varía entre 50 a 60 minutos, en ese tiempo se aplican 500 cm³ aproximadamente (Salazar e Hincapié, 2007)
- Un trabajador en un día de labor, puede aplicar en promedio entre 4 a 5 L de mezcla (Hincapié y Salazar, 2007)
- El rendimiento por hectárea oscila entre dos a tres jornales, dependiendo de la abundancia de arvenses agresivas, o si se hace el plateo (Hincapié y Salazar, 2007)
- Se deben aplicar herbicidas sistémicos, como el glifosato, a una concentración del 10%, empleando una dosis promedio de 2 L.ha⁻¹ (Rivera, 2000)
- En el primer año del cultivo son necesarios entre cinco y ocho parcheos con el selector de arvenses, integrándolo con dos a tres cortes ligeros con machete o guadaña (Hincapié y Salazar, 2007)

- En el segundo año del cultivo, el uso del selector puede hacerse entre tres a seis aplicaciones (parcheos), integrándolo con un mayor número de cortes ligeros con machete o guadaña (Hincapié y Salazar 2007)

Errores frecuentes con el uso del selector de arvenses.

Las experiencias en fincas de agricultores muestran que los errores se causan principalmente se presentan en la Tabla 14.



Conocer y utilizar el selector de arvenses como herramienta para el manejo integrado de arvenses le permitirá hacer menor uso de herbicidas, reducir los costos de las desyerbas y establecer coberturas nobles para prevenir la erosión de los suelos en su finca.

Efecto del Manejo Integrado de Arvenses (MIA) sobre la producción del cafetal

El MIA no afecta la productividad del cultivo. En condiciones de Chinchiná (Caldas) en siembras nuevas de café variedad Colombia y Castillo®, la producción acumulada de café durante 4 años, obtenida bajo el tratamiento MIA no presentó diferencias con relación a la producción obtenida bajo el sistema de manejo de suelo libre de arvenses (Tablas 15 y 16) (Salazar e Hincapié, 2009; Arango et al., 2010).

Costos del manejo integrado de arvenses (MIA)

Los costos siempre serán una inquietud y limitante para que el cafetero emprenda la adopción del MIA, al igual que las demás prácticas de conservación de suelos y aguas que se implementen se debe demostrar la rentabilidad y efectividad en el tiempo. El MIA comparado con el manejo tradicional de arvenses es hasta un 45% más económico durante los primeros dos años del cultivo. Si los costos del MIA y el manejo tradicional fueran iguales se estaría ganando mucho debido a las implicaciones positivas de esta práctica en la conservación de suelos y aguas (Hincapié y Salazar, 2007).

En un año, las labores del MIA son más frecuentes (7 a 11 veces) frente al manejo tradicional (4 a 6 veces), lo

Problema	Causa y solución
El selector se desocupa rápidamente (Tiempo inferior a 45 minutos)	No hay selle hermético. Revise o cambie el empaque del tapón superior, para lograr un selle hermético.
	Cerciórese que la manguera de entrada de aire llegue hasta la parte inferior del selector, por debajo de los orificios de salida. Revise que los dos orificios de salida estén del tamaño recomendado (Ver Anexo 2. Mantenimiento del selector Tomo 3)
La salida del producto es muy lenta (Tiempo superior a 70 minutos)	Obstrucción de los orificios de salida. La manguera de entrada de aire puede estar obstruida. El material absorbente y el protector pueden estar fuertemente amarrados. El material protector tiene pocos orificios de salida o su tamaño es reducido o pueden estar obstruidos por suelo. Se debe lavar el selector con agua limpia, a presión, con una leve agitación se destaparán los orificios. Siempre se debe filtrar el agua para preparar la mezcla.
	Es posible que la salida del herbicida sea muy lenta. Que el operario no esté bien capacitado sobre las arvenses a las cuales debe aplicar. Se aplica sobre arvenses muy altas o leñosas. La aplicación se realizó en condiciones lluviosas. No se utilizó la dosis adecuada.
El control de arvenses es ineficiente	Falta capacitación del operario. Se realizó el plateo en siembras nuevas o plantas recién zoqueadas, sin deschuponar. El operario levanta el selector sobre la planta constantemente, cuando hace la aplicación o en los recorridos por los lotes. Se aplica sobre arvenses muy altas. Manejo fuerte o a golpes de las arvenses. Utilización de sobre dosis.

Tabla 14.

Problemas frecuentes al usar el selector de arvenses y su solución.

Tratamientos	Producción de café pergamino seco (@.ha ⁻¹)				
	1er Año	2do Año	3er Año	4to Año	Acumulado
MIA	94,30 a*	454,80 a	452,90 a	154,10 a	1156,1 a
Manejo libre de arvenses	59,60 a	506,80 a	485,70 b	185,70 a	1237,8 a

Tabla 15.

Efecto del manejo integrado de arvenses (MIA) y el manejo del suelo libre de arvenses sobre la producción de café en la Estación Central Naranjal (Salazar e Hincapié, 2009).

*Valores seguidos de la misma letra son iguales estadísticamente; @: 12,5 kg.

Tratamiento	Producción (kg/parcela de café cereza)	
MIA	119,7	a*
Testigo libre de coberturas	123,0	a

Tabla 16.

Producción de café obtenida con diferentes tipos de cobertura en condiciones de la zona cafetera central (Naranjal) (Arango et al., 2010), entre 2007-2009

*Valores seguidos de la misma letra son iguales estadísticamente

que no se traduce en mayores costos del MIA frente al manejo tradicional, ya que son más económicas y fáciles de realizar las desyerbas cuando éstas son oportunas, además se reduce la ventaja competitiva de las arvenses frente al cultivo. Las desyerbas con machete o guadaña, desnudando el suelo, son los componentes más costosos

dentro del MIA, en tanto que el control con machete rápido sin desnudar el suelo es un componente importante para el establecimiento de arvenses de fácil manejo y baja interferencia, el cual debe ser complementado con el control químico por parcheos o focos (Hincapié y Salazar, 2007).

Consideraciones prácticas

Es necesario tomar medidas que mitiguen las condiciones de riesgo de la producción del café y la productividad de los suelos, al tener en cuenta que estos cultivos en su mayoría están ubicados en las laderas de la zona andina, con pendientes que varían entre el 10% y el 100%; en ese sentido cobra vigencia el Manejo Integrado de Arvenses (MIA), y dentro de éste el aporte que hacen las arvenses nobles como factor de conservación, al implementarse como cobertura del suelo.

Aunque todas las arvenses son útiles porque protegen los suelos de la erosión, las arvenses de interferencia baja o nobles presentan mayores ventajas comparativas, lo que las hace viables dentro de un MIA para la sostenibilidad de la caficultura, al ser usadas como cobertura viva para la protección del suelo contra la erosión. En esa perspectiva, el manejo integrado de arvenses y las arvenses nobles representan frente al establecimiento de cultivos y frente al uso y la conservación de los suelos, en el mediano y largo plazo, condiciones que favorecen las dimensiones económica, ambiental y social de los sistemas productivos del orden agrícola, y la búsqueda del desarrollo sostenible en la agricultura, así como una medida de mitigación frente a los posibles efectos del cambio climático.

MIA ¡Conocimiento, cambio y adopción!

Recomendaciones prácticas

¿Cuáles son los beneficios de adoptar el manejo integrado de arvenses?

- Se logra reducir, en promedio, el recurso mano de obra hasta el 24% en el primer año y el 42% en el segundo año.
- Disminuye el empleo de herbicidas en un 29% en el primer año y en un 63% en el segundo año.
- Cambia la proporción de las poblaciones de arvenses, de agresivas a nobles o de baja competencia y más fácil manejo.
- Disminuye el consumo y el acarreo de agua hasta en un 95%.
- Las labores son más cómodas y menos fatigantes para los operarios.
- Existe menor riesgo de contaminación ambiental para la fauna y la flora, y un menor riesgo de degradación de la calidad de las aguas superficiales y subsuperficiales.
- Se tiene menor riesgo de daño a los cultivos por deriva de productos químicos.
- Se reduce la presión de selección del herbicida sobre las arvenses, aspecto causante de la resistencia de éstas a los mismos.
- Se incurre en menores costos de los equipos así como de su mantenimiento.
- Se contribuye al manejo integrado de plagas y enfermedades.
- Es la práctica más importante para la conservación de los suelos.

Literatura citada

- ARANGO R., J.G.; SALAZAR G., L.F.; MORALES L., C.S. Respuesta del café a diferentes opciones de manejo de coberturas vegetales. En: Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo, 15. Pereira (Colombia). SCCS. 2010. 4p.
- BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; PUPO, E.I.H. Efeitos da época de controle do mato sobre a produção de uma lavoura de café em formação. Resultados de 3 anos de observações. In: CONGRESSO Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 6. Ribeirão Preto (Brasil), Outubro 24-27, 1978. Resumos. Rio de Janeiro (Brasil), IBC-GERCA, 1978. p. 56-57.
- BRADSHAW, L.; RICE, K. L. Competencia por agua entre el café y tres coberturas vivas (*Arachis*, *Desmodium* y malezas) en Nicaragua. *Agronomía Costarricense* 22(1): 51-60. 1998.
- DOLL, J. Factores que condicionan la eficacia de los herbicidas. 2. ed. Cali, CIAT, 1981. 20 p.
- DOLL, J. Los herbicidas: modo de actuar y síntomas de toxicidad. 2. ed. Cali, CIAT, 1982. 15 p.
- DUKE O, S. 2012. Why have no new herbicide modes of action appeared in recent years?. *Pest Management Science* 2012; 68: 505–512
- DUQUE O., H. Análisis económico de doce prácticas para mejorar el desempeño de las fincas cafeteras. Chinchiná, Cenicafé, 2001. 57 p.
- ESHETU, T. Weed flora and weed control practices in coffee (*Coffea arabica* L.) in Ethiopia. A review. In: *Colloque Scientifique International sur le Café*, 19. Trieste, Mayo 14 - 18, 2001. París, ASIC, 2001. 9 p.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Cuarenta años de investigación de Cenicafé. *Suelos vol 1*. p. 68, Chinchiná (Colombia) (1982).
- FUENTES D., C. Metodología y técnicas para evaluar las poblaciones de malezas y su efecto en los cultivos. *Revista Comalfi* 13: 29-50. 1986.
- FUENTES, C.L.; ALMARIO G., O.; CIFUENTES V., F. Malezas cyperaceas asociadas con el cultivo del arroz en Colombia. Bogotá (Colombia), AGREVO, 1999. 136 p.
- GALVIS G, C.A.; SALAZAR G, L.F. Identifique y prevenga los daños en cafetales por herbicidas. Chinchiná (Colombia), Avance Técnico 383 Cenicafé, 2009. 12 p.
- GÓMEZ A., A. Las coberturas nobles previenen la erosión. *Avances Técnicos Cenicafé N° 151:1-4*. 1990a.
- GÓMEZ A., A. Manejo integrado de malezas en el cultivo del café y la erosión de los suelos. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. CENICAFÉ. 50 años de Cenicafé 1938-1988. Conferencias conmemorativas. Chinchiná, Cenicafé, 1990b. p. 5-22.
- 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 colombiana. Chinchiná, FEDERACAFÉ – Cenicafé, 1985. 254 p. (Mecanografiado).
- GÓMEZ A., A.; RIVERA P., J. H. Descripción de arvenses en plantaciones de café. Chinchiná, Cenicafé, 1987. 490 p.
- HEAP, M.I. Criteria for confirmation of herbicide resistant weeds. [en línea]: www.weedscience.org. 2005a (Consulta: Enero 17, 2005).
- HEAP, M.I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online Internet. www.weedscience.com. (Consulta: Diciembre 10, 2012).
- 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).
- HINCAPIÉ G., E.; SALAZAR G., L.F. Manejo integrado de arvenses en la zona cafetera central de Colombia. *Avances Técnicos Cenicafé (Colombia) No. 359:1-8*. 2007.
- HOYOS B., J. Espectro de control y persistencia de la acción de herbicidas (sistémicos y de contacto) y guadañadora, en 20 especies de malezas más frecuentes en cafetales. Manizales, Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía, 1990. 175 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).
- JARAMILLO R., A. Clima andino y el café en Colombia. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 2005. 192 p.
- LA O, F.; PÉREZ, E.; PAREDES, E.; GARCÍA, R. Umbrales de daño y económico de *Rottboellia cochinchinensis* en papa y maíz. *Protección de Plantas* 2(4):53-65. 1992.
- LEMES, L. N.; CARVALHO L. B.; SOUZA M. C.; ALVES. P. L. C. A. Weed interference on coffee fruit production during a four-year investigation after planting. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 5(10), pp. 1138-1143, 18 May, 2010
- LÓPEZ S., J.A.; VILLALBA G., D.A.; SALAZAR G., L.F.; CÁRDENAS S., O.A. Manejo integrado de arvenses en el cultivo de café : Nueva alternativa de control químico. Chinchiná : CENICAFÉ, 2012. 8 p. (Avances Técnicos No. 417).

- MENZA F., H.D. Evaluación de la resistencia de tres arvences de la zona cafetera colombiana al glifosato y alternativas para su manejo. Palmira (Colombia), Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, 2006 103 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).
- MENZA F., H.D.; SALAZAR G., L.F. Estudios de resistencia al glifosato en tres arvences de la zona cafetera colombiana y alternativas para su manejo. Avances Técnicos Cenicafé (Colombia) No. 350:1-12. 2006.
- MENZA F., H.D.; SALAZAR G., L.F. Alternativas de control químico para la prevención y manejo de la resistencia de arvences al glifosato. Cenicafé (Colombia) 58(2):91-98. 2007.
- MESTRE M., A. La desyerba en los cafetales produce ganancias. Avances Técnicos Cenicafé N°. 87:1-2. 1979.
- MORENO., A. A. El herbicida Roundup, nueva alternativa para controlar malezas en cafetales. Nueva Agricultura Tropical 23: 7-14. 1980.
- NJOROGE, J.M. Weeds and weed control in coffee. *Experimental Agriculture* 30 (4): 421-429. 1994a.
- NJOROGE, J.M. Advisory notes on management of resistant weeds coffee, Kenya. *Kenia Coffee* 51: 1821 – 1823. 1994b.
- NJOROGE, J.M. MWAKHA E. Observations on the effects of weeding and cover crops on coffee yield and quality. *Kenia Coffee*: 48(569):219-224.1983.
- OERKE, E. C.; DEHNE, H. W.; SCHONBECK, F; WEBER, A. Crop production and crop protection. Estimated losses in major food and cash crops. Amsterdam, Elsevier, 1994. 808 p.
- PRIMAVESI A. Manejo Ecológico del Suelo 5 ed. Buenos Aires (Argentina) “El Ateneo” Pedro García S.A. 1984. 499 p.
- QUIROZ M., T.; HINCAPIÉ G., E. Pérdidas de suelo por erosión en sistemas de producción de café con cultivos intercalados. *Cenicafé (Colombia)* 58(3):227-235. 2007.
- RESTREPO DE F., M.; RIVERA P., J.H. Estudio sobre la diversidad de la flora arvense asociada a la zona cafetera colombiana. *Chinchiná (Colombia), Cenicafé*, 1993. 23 p.
- RICE, E.L. Allelopathy. 2a. ed. Orlando, FL (Estados Unidos), Academic Press, 1984. 422 p.
- RIVERA P., H. Construya su equipo para aplicación racional de herbicidas y establezca coberturas “nobles” en su cafetal. Avances Técnicos Cenicafé N° 206:1-8. 1994.
- RIVERA P., J. H. Arvenses y su interferencia en el cultivo del café. Avances Técnicos Cenicafé N° 237:1-8. 1997.
- RIVERA P., J.H. El selector de arvenses modificado. Avances Técnicos Cenicafé (Colombia) No. 271:1-4. 2000.
- SALAZAR A., N. Efectos de la intensidad de la desyerba sobre la producción de café. *Chinchiná, Cenicafé*, 1975. 2 p. (Seminario).
- SALAZAR G., L.F.; HINCAPIÉ G., E. Arvenses de mayor interferencia en los cafetales. Avances Técnicos Cenicafé (Colombia) No. 333:1-8. 2005.
- SALAZAR G., L.F.; HINCAPIÉ G., E. Las arvenses y su manejo en los cafetales. In: SISTEMAS de producción de café en Colombia. *Chinchiná (Colombia), Cenicafé-FNC*, 2007. p. 101-130.
- SALAZAR G., L.F.; HINCAPIÉ G., E. Interferencia de arvenses en diferentes etapas del cultivo del café en la zona cafetera central. *Cenicafé* 60(2):126-134. 2009.
- SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA PECUARIA E ABASTECIMIENTO. MINAS GERAIS. BRASIL. Sistema de Informações do Agronegócio de Minas Gerais. [On line Internet]. Disponible en: <http://www.agridata.mg.gov.br/> (Consultado en Enero de 2004)
- TABARES M., E. Seguimiento y evaluación sobre la aplicación de herbicidas en áreas cafeteras de los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío. *Manizales, Universidad Autónoma de Manizales*, 1989. 203 p. (Tesis: Posgrado en Economía Cafetera).
- TINNEY W F., AAMODT S O., AHLGREN L H. Preliminary report of a study on methods used in botanical analyses of pasture swards. *Journal of the American Society of Agronomy* 29 (10):835-840.
- 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. caratago (Costa Rica)*, 2000. 135 p.
- VARGAS, W.G. Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes centrales. *Manizales (Colombia), Universidad de Caldas*, 2002. 813 p.
- WRUBEL, R.P.; GRESSEL, J. Are herbicide mixture useful for delaying the rapid evolution of resistance? A case study. *Weed Technology* 8: 635 – 648. 1994.
- ZIMDAHL, R. L. Weed crop competition; A review. *Oregon, Internacional Plant Protection Center*, 1980. 196 p.