

Las arvenses y su manejo en los cafetales

Luis Fernando Salazar G. Edgar Hincapié G.



Interferencia de las arvenses con los cultivos

Se considera “maleza” a aquella planta que interfiere con el cultivo, afectando 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 indiscriminado. Por lo anterior, en las últimas décadas se está utilizando el término arvense, que significa “planta acompañante de los cultivos o prados” sin discriminarlas entre buenas o malas.

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 y la conservación de los recursos hídricos.

Wyse (1994) sugiere que el manejo actual de las arvenses se considera como el mayor obstáculo al desarrollo sostenible de la agricultura mundial ya que en los actuales sistemas de producción se aplican herbicidas en

forma indiscriminada, lo cual causa problemas asociados con la erosión de los suelos, la calidad del agua y la vida rural.

De aproximadamente 250.000 especies de plantas que existen en el mundo, menos de 250 son conocidas como competitivas para los cultivos. Cerca del 71% de las arvenses de mayor interferencia están distribuidas en ocho familias de plantas y más del 50% pertenecen a especies de sólo dos familias: Compositae y Gramineae. En la Tabla 5.1 se muestran 18 de las arvenses de mayor interferencia en los cultivos del mundo (Holm *et al.*, 1977).

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 arvenses

La interferencia se conoce como la suma de la competencia y la alelopatía. La primera es un proceso físico, que implica la remoción o reducción de por lo menos un factor esencial de crecimiento (luz, agua, nutrientes, CO₂ o espacio) (Zimdahl, 1980); y la

Tabla 5.1. Las arvenses de mayor interferencia del mundo (Holm *et al.*, 1977).

Especies	Nombre común	Familia
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Coquito*	Gramineae
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Pasto bermuda o argentina*	Gramineae
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Liendrepuerco*	Gramineae
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Arrocillo*	Gramineae
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Pategallina*	Gramineae
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers	Pasto Jhonson, arrocillo*	Gramineae
<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raeuschel	Guayacana - pasto cogon	Gramineae
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	Jacinto de agua	Pontederiaceae
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga*	Portulacaceae
<i>Chenopodium album</i> L.	Paico	Chenopodiaceae
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Guarda rocío*	Gramineae
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Bejuco	Convolvulaceae
<i>Avena fatua</i> L. y especies afines	Falsa avena	Gramineae
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Bledo*	Amaranthaceae
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Bledo*	Amaranthaceae
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cortadera*	Cyperaceae
<i>Paspalum conjugatum</i> Berg	Gram*	Gramineae
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W.D. Clayton	Caminadora*	Gramineae

* Arvenses frecuentes en cultivos de café en Colombia

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). En la Tabla 5.2, se observan algunas especies de arvenses reportadas como alelopáticas en cafetales de Colombia (Gómez y Rivera, 1987). En un sentido práctico, cuando una arvense alcanza más del 70% de predominio en un campo y a su alrededor crecen pocas o ninguna especie, dicha planta puede tener efectos alelopáticos (Restrepo De F. y Rivera, 1993).

Según Parker y Fryer (1975), en el mundo las pérdidas anuales debidas a la interferencia de arvenses se estiman en 287 millones de toneladas de alimentos; cantidad suficiente para alimentar a más de 570 millones de personas.

Cultivos y arvenses viven en un mismo ambiente y su capacidad productiva se afecta por factores como la humedad, la luz, los nutrientes y el espacio disponible. Cada grupo de plantas ejerce una demanda específica sobre el campo; no obstante, las pérdidas del cultivo debidas a la interferencia son fácilmente pasadas por alto (Pavlychenko y Harrington, 1934).

El café es un cultivo extremadamente sensible a la interferencia de las arvenses, con pérdidas del rendimiento hasta del 65% (Tabla 5.3). En general, el manejo de arvenses en los cafetales es el rubro más importante en los costos de producción (Tabla 5.4), después de los atribuidos a la cosecha. Sin embargo, el Manejo Integrado de Arvenses (MIA), recomendado por Cenicafe y aplicado en Colombia, se ubica entre las prácticas más económicas comparadas con otros sistemas de manejo de arvenses en cafetales de otros países.

Cada cultivo y especie de arvense, tiene sus propias características de adaptación, capacidad competitiva y reacciones con respecto a otras especies, por tanto, diferentes hábitos de crecimiento de las arvenses dan como resultado diferente habilidad competitiva (Pavlychenko y Harrington, 1934).

Actualmente, los estudios de interferencia se enfocan en la búsqueda del período crítico de competencia de las arvenses con el cultivo, con el fin de detectar las pérdidas de éste en condiciones ambientales similares y de esta manera definir la época más adecuada para su manejo, sin tener en cuenta la capacidad de interferencia de cada especie de arvense (FAO, 1987, citado por Montaña y Torres, 1994).

Tabla 5.2. Arvenses alelopáticas asociadas a cultivos de café en Colombia (Gómez y Rivera, 1987).

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia
<i>Pteridium aquilinum</i> (L) Kuhn	Helecho marranero	Polypodiaceae
<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>Amarantus dubius</i> Mart.	Bledo	Amarantaceae
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Altamisa, ajenjo	Compositae
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Lechecilla	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 5.3. Pérdidas en el rendimiento de los cafetales causado por interferencia de arvenses.

Fuente	Reducción en rendimiento (%)	Observación
Oerke <i>et al.</i> , 1994	35	General para cultivos tecnificados
Njoroge, 1994a	50	Kenya
Eshetu, 2001	65	Etiopía
Blanco <i>et al.</i> , 1978	60	Brasil (sin control)
Salazar e Hincapié, 2005	66	Chinchiná, Colombia (sin control en las calles)

Los programas más exitosos de manejo de arvenses se basan en el entendimiento adecuado de la biología y ecología de las arvenses (Zimdahl, 1993); sin embargo, el control de arvenses generalmente se ha apoyado en el tratamiento anticipado o actual de las arvenses más que sobre la observación de la dinámica de población arvense - cultivo, y el impacto potencial sobre el rendimiento del cultivo y el ambiente. Por tanto, una vez se entiendan los factores que influyen en los procesos de interferencia, el manejo de arvenses puede ser realizado con mayor acierto (Radosevich, 1987).

Factores de la interferencia

1. Duración de la interferencia. Uno de los aspectos de la interferencia más estudiados en Colombia es el relativo a la duración de los períodos de presencia o ausencia de arvenses. Mestre (1979), evidenció este factor al encontrar que la mayor ventaja económica de las desyerbas no selectivas se consigue cuando en un período de tres años se desyerba el cafetal 16 veces, distribuidas así: ocho desyerbas en el primer año y cuatro por año, durante dos años (Tabla 5.5).

Salazar (1975), encontró al evaluar el control manual mecánico en forma generalizada de arvenses, 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.

2. Densidad de arvenses. Los estudios de interferencia miden la relación existente entre el rendimiento de

las plantas, el número de individuos y los recursos disponibles. Sin embargo, la densidad de arvenses no explica por sí sola el comportamiento de los rendimientos totales, ya que el crecimiento de la planta responde de una manera variable a la cantidad de recursos disponibles (Radosevich, 1987).

Zimdahl (1980), destaca la importancia que tiene la densidad de las arvenses sobre la disminución del rendimiento de un cultivo, además cita numerosos experimentos que comprueban la relación inversa entre la acumulación de biomasa del cultivo y la de las arvenses. En la Figura 5.1, se muestra el esquema de la respuesta de un cultivo al incremento en la densidad de las arvenses (Koch y Walter, 1983, citados por De la Cruz, 1989).

Múltiples estudios han demostrado como la densidad de arvenses, la época de emergencia de éstas con respecto a la edad del cultivo, el índice de área foliar, el porcentaje de cubrimiento del suelo, la proporción de las especies arvenses con respecto al cultivo y la acumulación de biomasa de las arvenses, son factores que tienen una relación significativa con el porcentaje de reducción del rendimiento de los cultivos.

La O *et al.* (1992), encontraron que el factor de cobertura de las arvenses muestra alta relación con la disminución del rendimiento; mientras que factores como materia seca, tiempo de competencia, número de plantas por metro cuadrado, presentan coeficientes de correlación más bajos. Kropff y Lotz (1992), mediante

Tabla 5.4. El manejo de arvenses en los costos de producción del cultivo del café.

Fuente	Costos de producción (%)	Observación
Oerke <i>et al.</i> , 1994	30-40	A nivel mundial
Secretaría de Estado de Agricultura Pecuaria E Abastecimento, 2004	15-20	Brasil
Gómez <i>et al.</i> , 1985	17-22	Colombia, manejo tradicional
Duque, 2004	13	Colombia (Manejo Integrado)

Tabla 5.5. Efecto del número de desyerbas sobre la producción de café en tres años (Mestre, 1979).

Número de desyerbas en tres años	kg de c.p.s./ha
8	5.875
12	8.287
16	12.087
24	12.862

c.p.s.: café pergamino seco

un análisis sensitivo, demostraron que las características morfológicas de las especies (altura y área foliar) son los factores que más determinan las relaciones de competencia en condiciones de crecimiento favorables. Estos resultados sustentan que 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 esta más sencilla de medir, comparado con otros factores como la materia seca y la densidad de plantas.

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 100 pequeñas cuadrículas de 25 cm² cada una, de

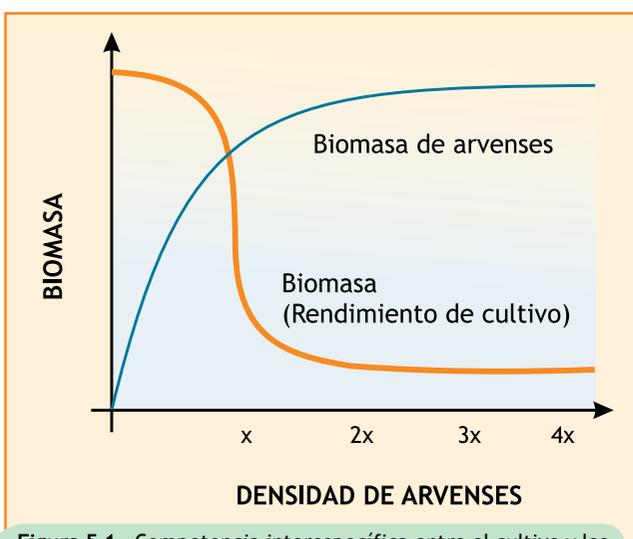


Figura 5.1. Competencia interespecífica entre el cultivo y las arvenses donde (x) representa la densidad de arvenses (De la Cuz, 1989).

esta forma, si 80 cuadrículas se encuentran cubiertas por arvenses, el porcentaje de cobertura será del 80% (Figura 5.2). Si se trata de un experimento con parcelas pequeñas, se recomienda ubicar aleatoriamente los cuadrados en el campo y dejarlos permanentemente durante la evaluación del experimento (Adaptado de Tinney *et al.*, 1937 y Fuentes, 1986).

Otra forma 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 la abundancia de una especie en particular en un cultivo; para ello se emplea un cuadrado similar al utilizado para la medición de cobertura, subdividido en cuatro cuadrantes. La frecuencia de la arvense en el campo 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.

3. 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. Okafor y Zitta (1991), demostraron en cultivos de sorgo, que al permitir la competencia de las arvenses con el cultivo fertilizado con nitrógeno, por espacio de 4 semanas, dio como resultado una pérdida del rendimiento de 23% comparado con el cultivo libre de arvenses todo el ciclo. Sin embargo, si el nitrógeno no se aplicaba, este período de competencia causaba un 69% de pérdidas.

En cultivos de café en Kenya la interferencia de la arvense *Desmodium* sp. sobre la producción fue mayor en cafetales sin aplicación de N, comparado con cultivos en



Figura 5.2. A) Evaluación del nivel de cobertura de arvenses en campo, B) cuadrado de áreas de 0,25 m², utilizado para la medición del nivel de cobertura y la frecuencia de las arvenses.

los cuales se aplicaron 240 kg/ha-año de este elemento (Njoroge y Mwakha, 1983).

4. 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. En investigaciones realizadas por Villa *et al.* (2002) en Brasil, encontraron que el uso consuntivo del cultivo del café es mayor en suelos con cobertura de arvenses, que en aquellos sin cobertura, relación que se mantiene hasta el cierre del cultivo. Friessleben *et al.* (1991) en Cuba, demostraron que el manejo de las arvenses durante el período seco fue más importante para la reducción de los efectos de la competencia que durante el período lluvioso; por tanto, se recomienda cortar las coberturas entre 3 a 5 cm del suelo, especialmente las 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 por Jaramillo (2005) en Colombia.

5. 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 almácigo, la etapa vegetativa (los primeros dos años de desarrollo y crecimiento de las plantas en el campo) y la etapa de producción.

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 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.

6. Capacidad de interferencia de las arvenses. Diferentes investigaciones realizadas en Cenicafé

permitieron concluir que en los cafetales crece un grupo de arvenses de interferencia muy baja denominadas nobles, cuya presencia entre las calles no afecta el desarrollo del cultivo. Por 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.

Diferentes autores como Chee *et al.* (1992), proponen una clasificación de las arvenses según su grado de interferencia, que puede adaptarse a diferentes cultivos y ambientes, por ejemplo:

Clase A: Plantas benéficas que deben utilizarse con el fin de suprimir arvenses agresivas, conservar el suelo y disminuir los costos de las desyerbas.

Clase B: Arvenses aceptables en la plantación, pero que requieren manejo.

Clase C: Arvenses que interfieren en alto grado con los cultivos y exigen control.

Cenicafé ha estudiado las arvenses más frecuentemente asociadas a los cafetales en Colombia, diferenciándolas descriptivamente según su grado de interferencia con el cultivo, el hábitat y la 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

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

Las familias de arvenses de mayor interferencia en los cafetales en Colombia son: Gramineae, Cyperaceae y Compositae. Sobresalen las plantas alelopáticas, las arvenses de hábito de crecimiento trepador como batatillas y enredaderas, las de estructura leñosa o semileñosa y de raíz pivotante profunda como las escobaduras y verbenas, y otras notorias por la dificultad para su manejo como helechos, entre otras (Tabla 5.6).

Familia Gramineae: 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 Berlin, 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 conoce 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: Posiblemente es la familia más extensa dentro de la flora apícola colombiana, aunque la mayoría son consideradas como arvenses. En esta familia se concentran especies de uso medicinal, ornamental, forrajeras y alimenticias (Vargas, 2002). 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.

Arvenses potencialmente agresivas en cafetales en Colombia

Existen áreas cafeteras en Colombia donde algunas arvenses pueden ser de alta interferencia (Tabla 5.7), 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).

Tabla 5.6. Arvenses de interferencia alta más frecuentes en los cafetales en Colombia (Salazar e Hincapié, 2005).

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>Torulinium odoratum</i> (L.) Hooper o <i>Cyperus ferax</i> L.	Cortadera	Cyperaceae
<i>Pseudoelephantopus 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>Melothria 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

Arvenses de interferencia media a baja

Son especies que crecen en bajas densidades de población sin dominar los campos, son de ciclo de vida corto, semestral o anual (Tabla 5.8), debido a estas características estas especies son de fácil manejo, el cual puede hacerse en forma manual o mecánica.

Arvenses de interferencia muy baja o “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. Anota además, 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 cafeto si no están presentes en la zona de raíces.

Tabla 5.7. Arvenses potencialmente agresivas en cafetales de Colombia (Salazar e Hincapié, 2005).

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 ajeno	Compositae
<i>Amaranthus dubius</i> Mart.	Bledo, amaranto	Amarantaceae
<i>Borreria alata</i> (Aubl) DC.	Borreria, botoncillo	Rubiaceae

Tabla 5.8. Arvenses de interferencia media a baja, frecuentes en cultivos de café (Adaptado de Rivera, 1997).

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 buphthalmoides</i> (Jacq) Dun.	Botón de oro, gamboa	Compositae
<i>Hyptis mutabilis</i> (Rich) Bring	Mastrantillo, mastranto	Labiatae
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	Orégano, cabeza	Labiatae
<i>Physalis nicandroides</i> Schl	Yerbabuena	Solanaceae
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Mastuerzo	Scrophulariaceae
<i>Solanum nigrum</i> Sendt	Hierba mora, yerba mora	Solanaceae
<i>Cyatula achyranoides</i> H.B.K.	Alacran, chorrillo, cadillo alacrán	Amarantaceae
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Lechero, hierba lechosa	Euphorbiaceae
<i>Browalia americana</i> L.	Clavelita de monte, no me olvides	Solanaceae

El mismo autor considera 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 5.9 se reportan algunas de las arvenses consideradas nobles y frecuentes en los cultivos de café en Colombia.

Investigaciones sobre interferencia de arvenses

Según Zimdahl (1980), son pocas las arvenses que usualmente no afectan el rendimiento de los cultivos; no

obstante, existen densidades de población de éstas que pueden tolerarse en los mismos sin que se disminuyan significativamente los rendimientos. Dew (1972), fue el primero en introducir el concepto de clasificación de las arvenses según su competitividad; sin embargo, el término índice de competencia fue usado por Grime (1973), en comunidades de plantas silvestres para calificar el éxito de varias especies de plantas cuando crecen compitiendo una con otra.

El mismo Dew (1972) le introdujo al término índice de competencia, una metodología que permite la estimación

Tabla 5.9. Arvenses de interferencia muy baja o nobles en cafetales (Adaptado de Gómez, 1990a)

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia
<i>Blechum pyramidatum</i> (Lam) Urban	Camarón, hierba papagayo, pirámides	Acantaceae
<i>Commelina elegans</i> L.	Siempre viva	Commelinaceae
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Siempre viva, suelda con suelda, mangona, canutillo, 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 rastrera, Santa Lucía	Euphorbiaceae
<i>Hydrocotyle umbelata</i> L.	Orejitas, champaña, sombrerito de agua	Umbelliferae
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit	Yerba de sapo, peludita, arropadita, botoncillo	Labiatae
<i>Indigofera spicata</i> forsskal	Añil rastrero, cascabelito	Leguminosae
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less	Botoncito, boton de oro, botón amarillo.	Compositae
<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 trebol	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 mepalense</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>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

de pérdidas del cultivo debidas a las arvenses, a partir de estudios de densidad. Definió el índice de competencia como:

$$b' = b/a$$

Donde:

b': Índice de competencia.

b: Coeficiente de regresión de la densidad de arvenses sobre el rendimiento.

a: Rendimiento del cultivo libre de arvenses.

Zimdahl (1980) y Aldrich (1987), reportan que la interferencia (relación disminución del rendimiento y densidad de arvenses) puede representarse por medio de una curva sigmoideal (Figura 5.3a), asumiendo que el cultivo tolera cierta población de arvenses sin afectar su rendimiento.

Cousens (1985), al observar un comportamiento lineal del rendimiento del cultivo con bajas densidades de arvenses y un comportamiento curvilíneo con altas densidades, propuso el modelo hiperbólico rectangular, el cual se adapta para trabajar con altas y bajas densidades de arvenses. El modelo obliga a la curva a pasar por el origen cuando la densidad de arvenses es cero (0) e induce a que el límite superior del porcentaje de disminución del rendimiento del cultivo no sobrepase el 100% (Figuras 5.3b y c).

El modelo es explicado biológicamente por Cousens (1985), al reportar que el aumento de la densidad de arvenses reduce el espacio existente entre ellas y por tanto, se incrementa la competencia entre las mismas, por lo cual, el efecto competitivo de cada arvense decrece con cada aumento de la densidad población.

Interferencia de arvenses con el cultivo del café en la etapa de levante y desarrollo vegetativo

La etapa de levante es la más sensible a la interferencia por las arvenses y durante ésta, existen más ventajas para las arvenses que para el cultivo. En un experimento realizado en La Estación Central Naranjal en cafetos de variedad Colombia de seis meses de edad, con diferentes arvenses como cobertura del suelo, se observó que en esta etapa del cultivo la competencia se puede reflejar más claramente en el estado de desarrollo de las plantas, debido al atraso en el crecimiento y a la aparición de clorosis (Figura 5.4) y ramas secas. Al evaluar diferentes niveles de cobertura de dos arvenses de la familia Compositae (*Emilia sonchifolia* y *Bidens pilosa*), se encontró que estas ocasionaron los mayores síntomas de clorosis; en comparación con una arvense de la familia Gramineae (*Paspalum paniculatum*), que no causó este síntoma, debido posiblemente a la alta interferencia por luz. Los tratamientos donde se evaluó el suelo desnudo (nivel de cobertura 0), aquellos con el manejo integrado de arvenses, y suelos con cobertura de *Commelina* sp. tuvieron los niveles más bajos de clorosis en las plantas de café.

En la etapa de levante, niveles altos de *Emilia sonchifolia* interfirieron con el cultivo, ocasionando la disminución del número de ramas primarias (cruces); mientras los tratamientos con el manejo integrado de arvenses y con el suelo desnudo, no tuvieron efecto sobre esta variable (Figura 5.5).

Durante los primeros 20 meses de edad del cafetal el manejo integrado de arvenses no causó interferencia sobre el índice de área foliar del cultivo (IAF), y se encontró que éste fue igual al obtenido en el tratamiento

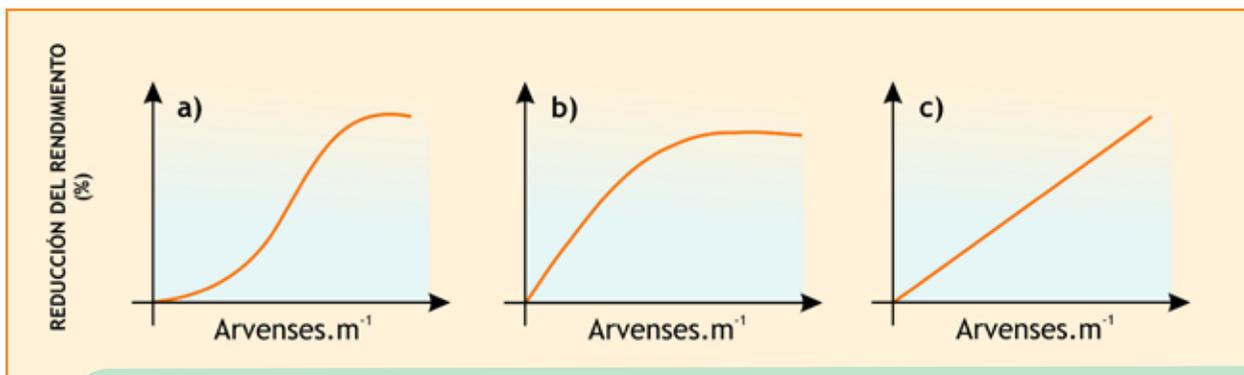


Figura 5.3. Modelos más representativos de la relación entre la densidad de arvenses y la reducción de los rendimientos de los cultivos. a) Modelo sigmoideal propuesto por Zimdahl (1980); b) Modelo hiperbólico rectangular propuesto por Cousens (1985), se ajusta a altas y bajas densidades de arvenses; c). Modelo lineal propuesto por Cousens (1985), se ajusta sólo para bajas densidades de arvenses.

sin cobertura. Así mismo, en este estudio se observó que la interferencia de las arvenses tuvo un comportamiento lineal, similar al propuesto por Cousens (1985), y que las arvenses que más interfirieron con el cultivo fueron *Emilia sonchifolia* y *Paspalum paniculatum*, a partir del 25% del nivel de cobertura.

Las coberturas con las arvenses *Commelina* sp. y *Bidens pilosa* no fueron diferentes estadísticamente del tratamiento con MIA (Figura 5.6).

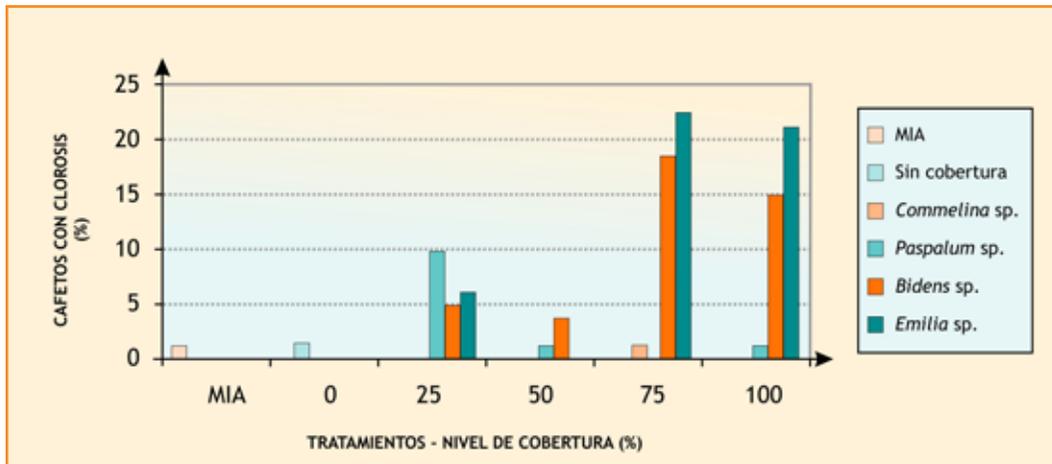


Figura 5.4. Efecto de diferentes tratamientos de cobertura sobre la incidencia de síntomas de clorosis en cafetos en etapa de levante (Salazar y Rivera, 2002).

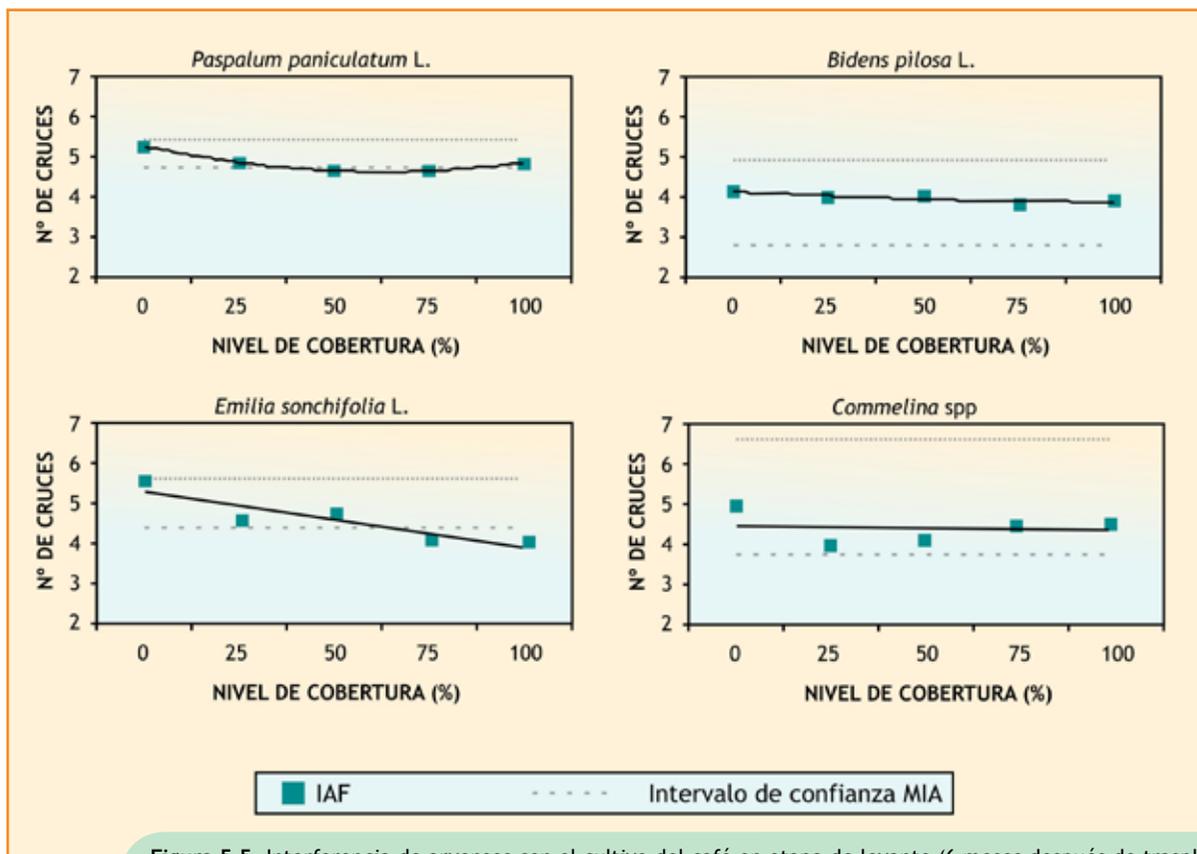


Figura 5.5. Interferencia de arvenses con el cultivo del café en etapa de levante (6 meses después de trasplante) (Salazar y Rivera, 2002).

Umbrales para el manejo de arvenses

Un umbral es definido como el punto en el cual un estímulo es lo suficientemente fuerte como para producir una reacción (Coble y Mortensen, 1992). El estímulo puede ser la presencia de arvenses medida como: la densidad, la biomasa o el porcentaje de cubrimiento (Coble y Mortensen, 1992; Mortensen y Coble 1997). El término umbral hace referencia a la densidad de la población de arvenses por encima de la cual es conveniente aplicar medidas de manejo.

El concepto de los umbrales tiene muchas aplicaciones en el estudio de las arvenses, dependiendo de la respuesta de la variable medida. Los adjetivos comúnmente usados para describir la palabra umbral son: daño, económico, período y acción (Coble y Mortensen, 1992).

El manejo integrado de todo tipo de disturbios de origen biótico en la agricultura, incluidas las arvenses, se fundamenta en que no todos ellos requieren de control, debido a que algunos niveles de éstos en un momento dado pueden llegar a ser tolerados por el cultivo (Higley y Pedigo, 1997).

El **umbral de daño** es el término usado para definir la población de arvenses en la cual es detectada una respuesta negativa en el rendimiento del cultivo.

El **umbral de período** implica que existen algunas épocas durante el ciclo del cultivo en las cuales las arvenses son más o menos dañinas que en otras.

Umbral de acción es el punto en el cual alguna acción de control debe iniciarse, y usualmente incluye consideraciones económicas y factores menos tangibles como la estética del cultivo y las presiones sociológicas (Coble y Mortensen, 1992).

El **umbral económico (UE)** es la población de la arvense en la cual el costo del control es igual al incremento del valor del cultivo atribuido al manejo de las arvenses presentes.

Los científicos consideran que para el caso de las arvenses el nivel de daño económico y el umbral económico son equivalentes debido a que las poblaciones de arvenses son esencialmente constantes a través de un tiempo prolongado, éste puede obtenerse mediante la siguiente ecuación (Mortensen y Coble, 1997).

$$UE = \frac{Ch + Ca}{YPLH_E}$$

Donde:

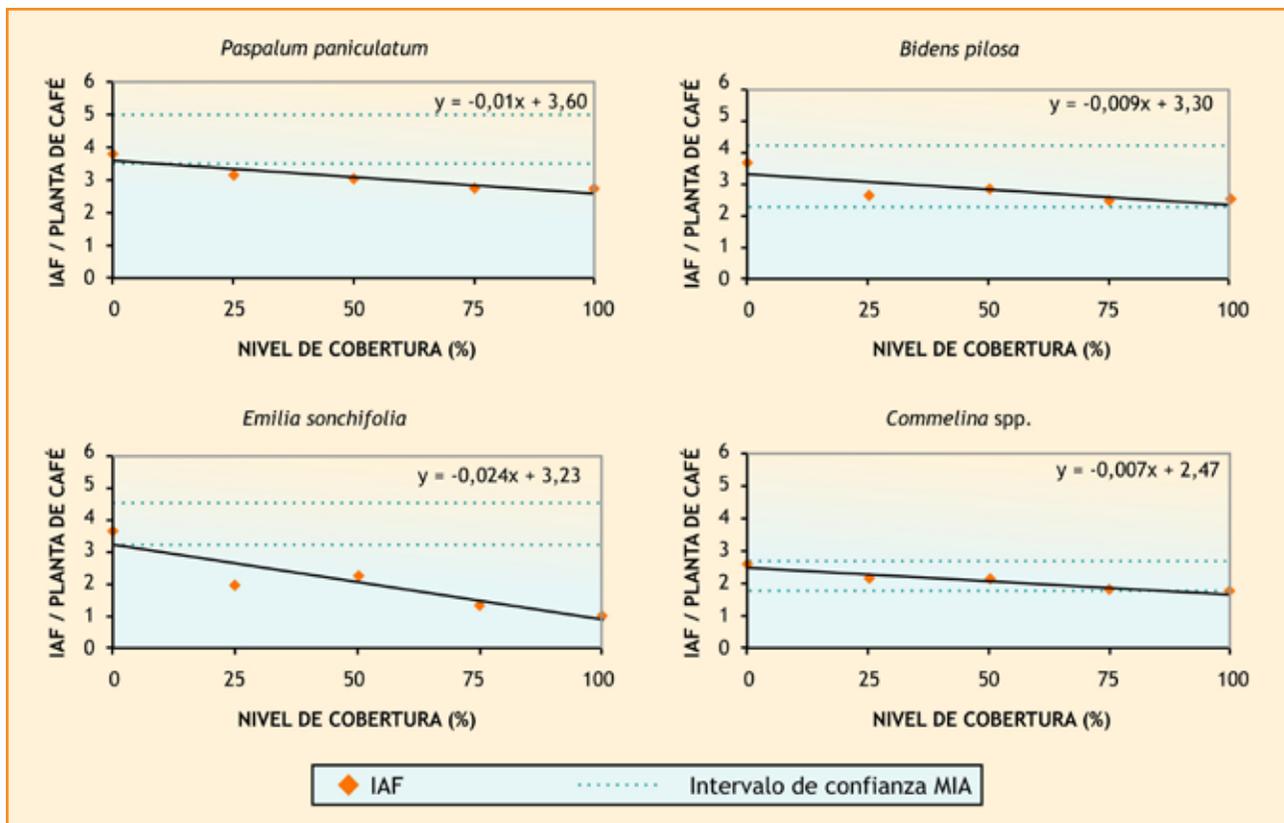


Figura 5.6. Efecto de la interferencia de arvenses sobre el IAF del cultivo del café 20 meses después de trasplante.

- UE = Población de arvenses donde se alcanza el umbral económico.
- Ch = Costo del herbicida.
- Ca = Costo de la aplicación.
- Y = Rendimiento del cultivo libre de arvenses.
- P = Valor del cultivo por unidad cosechada.
- L = Pérdidas proporcionales por unidad de densidad de arvenses.
- H_E = Reducción proporcional de la densidad de arvenses como resultado del tratamiento de control (químico, mecánico, biológico, cultural, etc).

Incrementos del costo del herbicida o de la aplicación, aumentarán el umbral económico (UE). De manera inversa, incrementos en el rendimiento del cultivo, el valor, la eficacia del tratamiento o las pérdidas de cultivo por unidad de densidad de arvense disminuirán los umbrales económicos. Tanto el costo del herbicida y de la aplicación, como el valor del cultivo pueden estimarse, en tanto que, el potencial de rendimiento del cultivo, las pérdidas proporcionales por unidad de densidad de arvenses y la eficacia del tratamiento son más difíciles de estimar, debido a la variación de factores como el tiempo, la composición de especies de arvenses, el tamaño de la arvense y los sistemas de cosecha, entre otras variables (Coble y Mortensen, 1992).

Interferencia y umbrales económicos de cuatro arvenses en el cultivo del café

En un experimento en el cual se evaluaron los umbrales económicos de *Paspalum paniculatum*, *Commelina* spp., *Bidens pilosa* y *Emilia sonchifolia* en cafetales de

Chinchiná - Caldas, en cuatro niveles de porcentaje de cobertura cada una (25, 50, 75 y 100%), y dos épocas de interferencia, desde el transplante hasta 48 meses después y desde 24 hasta 48 meses después, se encontró que las arvenses interfirieron de manera permanente desde el trasplante hasta los 4 años de edad del cultivo y se observaron reducciones en los rendimientos del cultivo del café hasta del 66%; sin embargo, éstas fueron mayores en cafetales con *E. sonchifolia*, seguida por *P. paniculatum*, *Commelina* spp y *B. pilosa*. A los dos años de establecido el cultivo, la interferencia fue significativa pero la reducción de los rendimientos fue menor (Figuras 5.7 y 5.8).

Al realizar un ejercicio, en el cual se parte de un umbral económico de 85 @ de c.p.s/ha, con un valor en pesos semejante al del manejo de arvenses durante 4,5 años; se tiene que el cafetal toleraría durante 4 años a partir del transplante, niveles de cobertura de 16, 18, 25 y 40% de *E. sonchifolia*, *P. paniculatum*, *Commelina* spp y *B. pilosa*, respectivamente. Si la interferencia ocurriera después de los 2 años, el cultivo toleraría niveles de 40, 30, 40 y 100% de las mismas arvenses, respectivamente (Figuras 5.7 y 5.8).

La arvense de mayor interferencia en la etapa de crecimiento del cultivo fue *E. sonchifolia*, en tanto que *P. paniculatum* mostró alta interferencia en la época de crecimiento y producción; *Commelina* spp, a pesar de ser considerada arvense noble interfirió con el cultivo del café, pero cabe anotar que se requiere de un manejo de esta arvense dentro del esquema de Manejo Integrado. *Bidens pilosa* mostró el menor grado de interferencia en ambas etapas, posiblemente debido a su corto ciclo de vida.

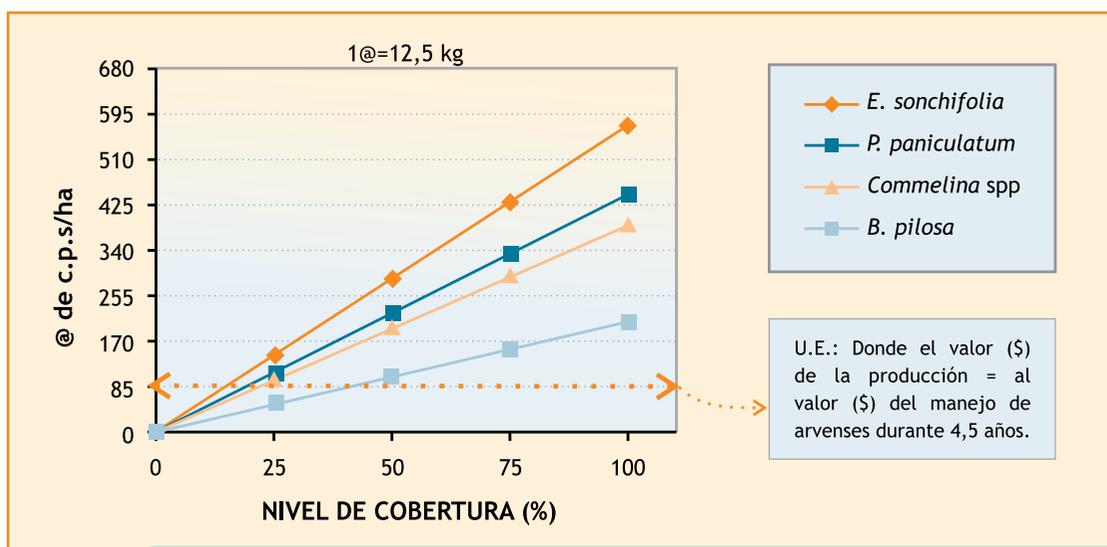


Figura 5.7. Reducción estimada del rendimiento del cultivo del café (@ de c.p.s/ha) por el efecto de la interferencia de arvenses desde la siembra hasta los 4 años de edad del cultivo (promedio acumulado de cuatro cosechas). Costos a 2005. c.p.s.=café pergamino seco (Cenicafé. 2005a).

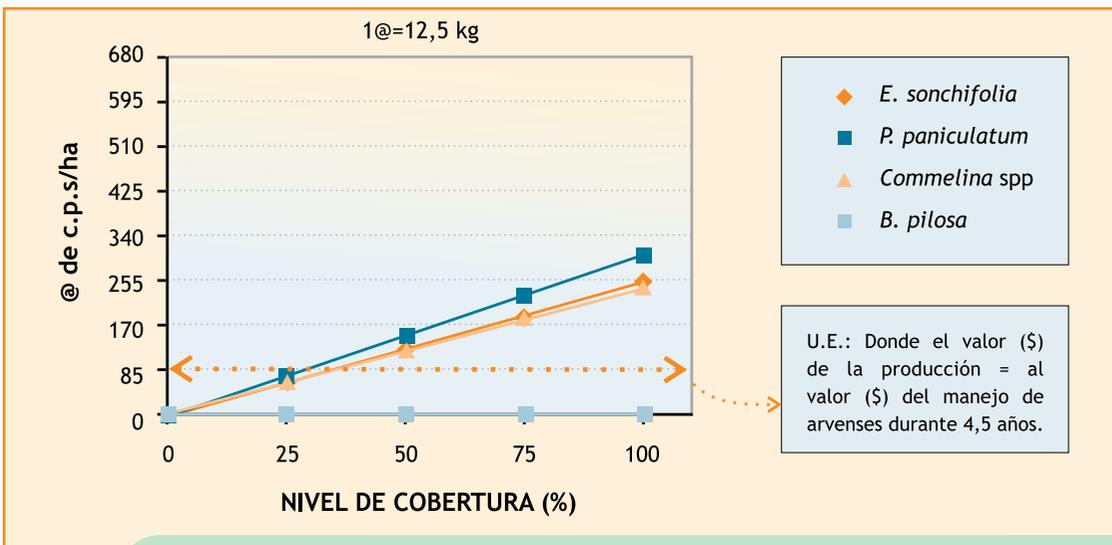


Figura 5.8. Reducción estimada del rendimiento del cultivo del café (@ de c.p.s./ha) por el efecto de la interferencia de arvenses desde los 2 hasta los 4 años de edad del cultivo (promedio acumulado de cuatro cosechas). Costos a 2005. c.p.s.=café pergamino seco (Cenicafé, 2005a).

En las Figuras 5.9, 5.10, 5.11 y 5.12 se presentan arvenses muy frecuentes en cafetales según su grado de interferencia con el cultivo.

Manejo de arvenses en cafetales

El objetivo fundamental del manejo de arvenses es disminuir la interferencia de éstas, proporcionando condiciones favorables para el desarrollo del cultivo en todas sus etapas. Para el uso de cualquier método de manejo de arvenses deben tenerse en cuenta sus efectos sobre el ambiente y el hombre, tales como: la erosión de los suelos, la contaminación de suelos y aguas, la acumulación de sustancias tóxicas en los productos cosechados, los daños ocasionados a los cultivos, el desarrollo de resistencia de las arvenses a herbicidas y los peligros de toxicidad para el hombre.

Métodos para el manejo de arvenses

1. Prevención de la infestación. Esta 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 ellas 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.

2. Prácticas de cultivo. Incluye todas aquellas prácticas que manejadas eficientemente, contribuyen al desarrollo vigoroso de la plantación, de tal forma que éste 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.

3. Manejo manual de arvenses. Consiste en el arranque manual de las arvenses y es el método más recomendado en la etapa de almácigo en el cultivo del café, donde se deben realizar controles muy frecuentes



Figura 5.9. Algunas arvenses de interferencia alta con el cultivo del café A) *Cynodon dactylon*, B) *Paspalum paniculatum*, C) *Eleusine indica*, D) *Panicum maximum*, E) *Digitaria horizontalis*, F) *Panicum laxum*, G) *Torulinum odoratum*, H) *Sida acuta*, I) *Pteridium aquilinum*, J) *Ipomoea trifida*, K) *Ipomoea purpurea*, L) *Pseudoelephantopus spicatus*, M) *Emilia sonchifolia*, N) *Talinum paniculatum*.

para evitar la interferencia y el crecimiento rápido de las arvenses.

Este método es también recomendable para el manejo de arvenses en la zona de crecimiento radical 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

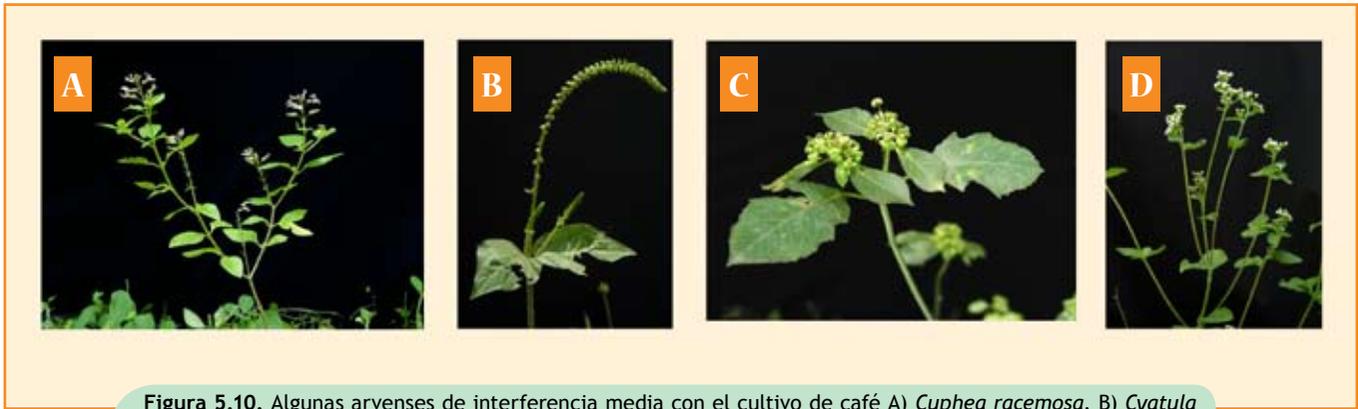


Figura 5.10. Algunas arvenses de interferencia media con el cultivo de café A) *Cuphea racemosa*, B) *Cyatula achyranoides*, C) *Euphorbia heterophylla*, D) *Ageratum conyzoides*.



Figura 5.11. Algunas arvenses de interferencia baja con el cultivo de café A) *Galinsoga caracasana*, B) *Impatiens balsamina*, C) *Bidens pilosa*, D) *Browalia americana*.

arvenses de difícil control por otros métodos, como el caso de la especie *Erigeron bonariensis* el control manual es una alternativa viable, incluso para manejo en grandes extensiones.

4. Manejo mecánico de arvenses. Se realiza utilizando 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, y no se recomienda el manejo mecánico en la zona de raíces del cultivo de café, debido al daño que se le causa al tallo y las raíces. Si por algún motivo debe usarse el azadón, éste debe emplearse únicamente para remover cepas, principalmente de gramíneas y no en forma generalizada y reiterada.

5. Manejo químico de las arvenses. Este método se basa en la utilización de herbicidas químicos. 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 en todos los casos 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).

Aspectos generales sobre 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.



Figura 5.12. Algunas arvenses de interferencia muy baja con el cultivo de café (arvenses nobles) 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) *Dychondra repens*, M) *Panicum trichoides*, N) *Oplismenus burmannii*, O) *Blechum pyramidatum*, P) *Ricardia scabra*

Clasificación de los herbicidas

Según la época de aplicación:

Herbicidas preemergentes: Se aplican después de la siembra del cultivo pero antes que germinen las arvenses, por ejemplo: el diurón y el oxifluorfen son herbicidas que desnudan el suelo y tienen un alto poder residual. Estos productos forman una película sobre el suelo, que impide la germinación de las arvenses.

Se recomienda usar los preemergentes, como oxifluorfen, 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 café, cítricos y cacao, pueden ser susceptibles a la fitotoxicidad por la aplicación de herbicidas preemergentes como el diurón (Gómez *et al.*, 1985).

Herbicidas postemergentes: 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.

Herbicidas de contacto: Son aquellos cuyo efecto ocurre casi inmediatamente, cuando 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.

Herbicidas sistémicos: 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 permite que una población de arvenses domine sobre otras.

Según el tipo de arvenses que controlen, los herbicidas postemergentes también pueden clasificarse como selectivos o de amplio espectro, por ejemplo:

El Fluazifop-p-butil selectivo a arvenses de hoja angosta (gramíneas), el fomesafen selectivo de hoja ancha y el glifosato, el glufosinato de amonio y el paraquat, entre otros, clasificados como de amplio espectro.

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).

Factores que afectan la aplicación de los herbicidas

Los herbicidas son elaborados para controlar un determinado grupo de arvenses en un cultivo, durante una época específica y con una dosis que asegure efectividad en el control, por consiguiente la época y dosis de aplicación dependen de varios factores relacionados con el cultivo, las especies de arvenses, el suelo y el clima, entre otros.

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 para la aplicación: Estos deben calibrarse antes de iniciar la labor, utilizando, en caso de equipos de aspersión la boquilla, los filtros, preboquillas y la presión adecuada de acuerdo al producto que se aplique.
- Calidad del agua: Antes de la preparación de la mezcla es necesario verificar la calidad del agua. En general, se consideran dos aspectos: el uso de aguas calcáreas o ferruginosas (aguas duras) puede afectar la solubilidad del herbicida causando su sedimentación. Esta situación se presenta principalmente con aquellos productos cuyo ingrediente activo contiene radicales ácidos. Así mismo, no deben utilizarse aguas que contengan sedimentos, pues la materia orgánica y las arcillas son coloides que adsorben los productos, afectando así la acción del herbicida.
- Cantidad de agua: El uso de cantidades inadecuadas de agua 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 con equipos de aspersión, 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 litros/ha) y los de contacto en mayor cantidad (300 litros/ha). Para el caso del glifosato, volúmenes altos 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 tanto, deben tenerse en cuenta para aplicar el producto en el momento más indicado.

Humedad del suelo: Es preferible que el suelo esté a capacidad de campo al momento de hacer la aplicación de herbicidas preemergentes.

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.

El viento: es preferible no efectuar aplicaciones cuando la velocidad del viento sea mayor a 10 kilómetros por hora; también, es necesario determinar la dirección de éste para evitar que un herbicida cause toxicidad a un cultivo vecino.

Temperatura: La temperatura elevada influye en las aplicaciones de herbicidas en varios aspectos:

- Aumentan 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.
- Inactiva a los herbicidas por volatilización.
- 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 tanto, hay que aplicar dosis mayores 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).

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.

Concentraciones bajas de glifosato tienen el mismo efecto que las altas concentraciones, dependiendo del estado de crecimiento de la planta (Terry, 1985) (Tabla 5.10).

Complejo de arvenses

Es importante tener en cuenta el complejo de arvenses existente al seleccionar el herbicida, ya que ningún herbicida controla todo tipo de arvenses.

Estado de desarrollo de las 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 5.13).

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

Tabla 5.10. Efecto del glifosato sobre el número de tubérculos y la materia seca subterránea de *Cyperus esculentus* (Terry, 1985).

Estado de desarrollo de la planta	Concentración de glifosato (%i.a)	Tubérculos por planta (N°)	Materia seca subterránea (g)
9-11 hojas (21 días después emergencia)	0,18	0,8 a	0,23 a
	0,36	0,1 a	0,10 a
	0,54	0,2 a	0,30 a
Prefloración 66 días después de emergencia	0,18	24,2 d	4,13 d
	0,36	17,0 bc	2,40 bc
	0,54	19,3 c	4,75b
Sin tratamiento	---	54,8 e	11,52

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, 2005a). En la práctica, la presión de selección depende de la dosis del 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.

En el año 2005, la International Survey of Herbicide Resistant Weeds registró 292 biotipos de arvenses resistentes a herbicidas, correspondientes a 174 especies diferentes (104 dicotiledoneas y 70 monocotiledoneas), en 59 países (Heap, 2005b). Desde 1996 hasta el 2004, se han reportado en el mundo siete 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, la alta frecuencia en la aplicación del mismo por más

de 20 años, las aplicaciones en forma generalizada, la calibración poco técnica de los equipos y la utilización del método químico como única alternativa de control.

En investigaciones realizadas en Cenicafé (Menza, 2006; Menza y Salazar, 2006) se encontró que las especies *Eleusine indica* y *Erigeron bonariensis* han adquirido resistencia al glifosato, al comparar un biotipo control, 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 (> 4 veces por año durante más de 10 años), en Chinchiná y Palestina - Departamento de Caldas (Biotipos Fincas A, B y C) (Figuras 5.14 y 5.15).

Prevención y manejo de la resistencia: Dentro de las recomendaciones para prevenir la resistencia 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).
- La mezcla y la 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.

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

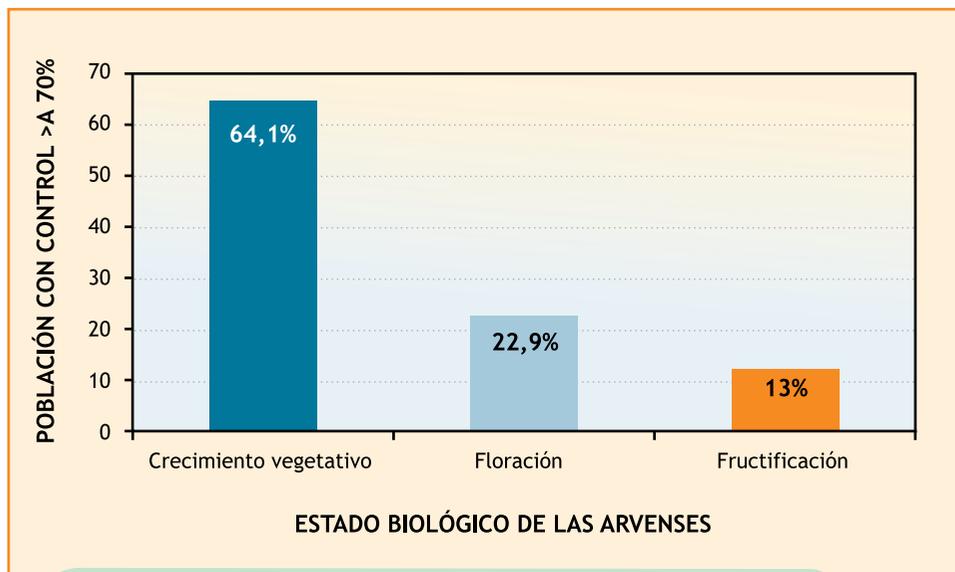


Figura 5.13. Estado biológico para el control eficaz de arvenses (Hoyos, 1990).

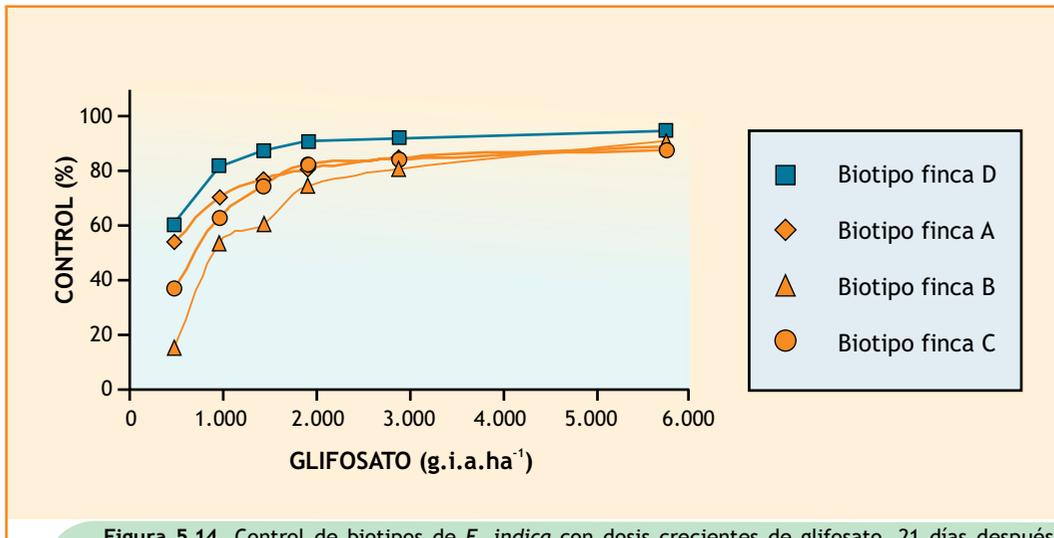


Figura 5.14. Control de biotipos de *E. indica* con dosis crecientes de glifosato, 21 días después de realizada la aplicación. Plantas bajo condiciones controladas en casa de mallas (Menza y Salazar, 2006).

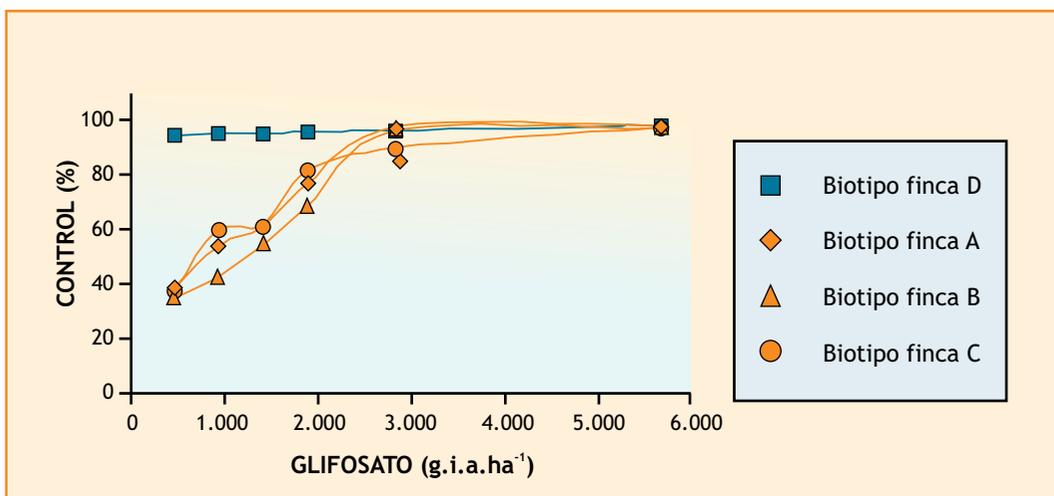


Figura 5.15. Control en biotipos de *E. bonariensis* con dosis crecientes de glifosato 21 días después de realizada la aplicación. Plantas bajo condiciones controladas en casa de mallas (Menza y Salazar, 2006).

- 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.
- También es necesario el desarrollo de un programa de manejo integrado de arvenses, para evitar que otras especies sigan adquiriendo resistencia a los herbicidas.

Daños 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 maíz por ejemplo, la fitotoxicidad por deriva de glifosato puede causar una disminución del rendimiento mayor al 60%, en algodón hasta del 86%, y en arroz con herbicidas distintos a glifosato, la disminución puede llegar hasta el 40% (Braverman, 1998, Rowland *et al.*, 1999, Matthews *et al.*, 1998).

En cultivos de café, cuando ocurren intoxicaciones por herbicidas (Figura 5.16), es muy poco o casi nada lo que puede hacerse para corregirlas, por tanto, es importante tomar las precauciones necesarias para reducir los riesgos de daño. Antes de la aplicación de herbicidas deben tenerse en cuenta los siguientes factores¹:

No aplicarlos sobre arvenses en avanzado estado de desarrollo, que sobrepasen la altura del cultivo.

No aplicarlos en condiciones adversas de clima (vientos).

No usarlos en forma generalizada, ni reiterada.

Calibrar los equipos de aspersión o los selectores de arvenses y limpiarlos luego del uso.

No aplicar el producto en sobredosis.

Mezclar correctamente herbicidas y/o coadyuvantes.

Capacitar a los operarios en técnicas de aspersión

Eficacia y persistencia del manejo de arvenses en cafetales con diferentes herbicidas

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 oxifluorfen (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 5.11); 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.

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

Las arvenses *Eleusine indica* (pategallina) y *Erigeron bonariensis* (venadillo) se han encontrado resistentes a glifosato en la zona cafetera, y los caficultores han manifestado la dificultad para su control químico. También se ha observado una mayor frecuencia de *Emilia sonchifolia* (emilia) en las fincas donde realizan aplicaciones de este herbicida en forma continua y generalizada (Menza, 2006).

Con el fin de evaluar la resistencia de las arvenses al glifosato y encontrar opciones químicas para el manejo de arvenses se evaluaron tres herbicidas con mecanismos de acción diferentes al del glifosato, un coadyuvante para mejorar la eficiencia de los herbicidas y como tratamiento testigo o punto de referencia se evaluó el glifosato (Menza y Salazar, 2006).

Los herbicidas fluazifop -p- butil y glufosinato de amonio con la adición del coadyuvante, fueron las alternativas químicas (diferentes al glifosato) más eficientes para el control de *E. indica* (Tabla 5.12); mientras que 2,4-D amina, el glufosinato de amonio y la mezcla



Figura 5.16. Síntomas de fitotoxicidad por glifosato en café. A) 8 días después de la aplicación; B) 90 días después de la aplicación (Galvis y Salazar, 2006)¹.

¹ GALVIS G., C.A., SALAZAR G., L.F. Conozca y prevenga los daños en cafetales por herbicidas. Chinchiná, Cenicafé, 2006. 11 p. Sin publicar.

glifosato + 2,4-D amina, fueron las alternativas químicas más eficientes para el control de *E. bonariensis* (Tabla 5.13). Así mismo, la adición del coadyuvante al glufosinato de amonio, contribuyó para mejorar la eficiencia en el control de *E. bonariensis*.

El glifosato es el herbicida con el cual se obtuvo un eficiente control (> 90%) de *E. sonchifolia*, pero también puede utilizarse la mezcla de glifosato con el 2,4-D amina, como otra alternativa para el control de *E. sonchifolia* en la Estación Central Naranjal (Tabla 5.13).

En general, existen otras alternativas con mecanismos de acción diferentes al glifosato para el control eficiente de las arvenses estudiadas, y 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.

La filosofía del Manejo Integrado de Arvenses es favorecer el predominio de arvenses de baja interferencia y de fácil manejo y reducir las poblaciones de arvenses competitivas; contribuyendo al establecimiento de coberturas y por ende a la conservación del suelo y el ambiente, sin afectar la productividad del cultivo con los menores costos de producción. El MIA se basa en la integración conveniente y oportuna de los diferentes métodos de manejo de arvenses como son el método manual, mecánico, químico y biológico.

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

Tabla 5.11. Eficacia y persistencia del control de arvenses en cafetales con diferentes herbicidas químicos (Hoyos, 1990).

Tratamiento	Dosis % de producto comercial			Persistencia (Promedio 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 diurón	76	81	77	53
Glifosato + 2,4-D amina	58	69	73	53
Paraquat	68	70	77	46
Paraquat 200 + diurón 100	67	69	68	45

Tabla 5.12. Control de *E. indica* con los diferentes tratamientos de herbicidas (Menza y Salazar, 2006).

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

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

partir del tercer año del cafetal se requirieron solamente parcheos esporádicos para controlar algunas arvenses. También se observaron pérdidas de suelo por erosión por debajo del nivel de tolerancia (1 t.ha⁻¹.año).

A partir de estas investigaciones sobre el MIA, se consideró que:

- 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.
- Las arvenses nobles no deben invadir ni interferir con la zona de raíces del árbol (plato).

Estrategias para el manejo de arvenses en el mundo.

Mortensen y Coble (1997) hacen un repaso general sobre las estrategias más importantes para el manejo de arvenses, analizando en ellas su factibilidad ambiental y económica, así:

- **Eradicación:** Es la eliminación total de arvenses en el campo, convirtiéndose en una práctica costosa y benéfica sólo a corto plazo.
- **Profilaxis:** Es una estrategia que incluye la aplicación de herbicidas preemergentes al suelo. Este manejo puede causar detrimento de la calidad ambiental y desproteger los suelos.

- **Remedial o de contención:** Esta estrategia es usada para mantener la población de arvenses en un nivel específico bajo, tolerando la presencia de alguna población de arvenses en el cultivo, siempre y cuando las pérdidas en los rendimientos del cultivo sean iguales o menores que los costos de control, lo cual resulta en el manejo de arvenses basado en el conocimiento del umbral de las poblaciones de arvenses presentes. Las prácticas remediales son de gran valor potencial por presentar el menor costo y ser ambientalmente sanas; en este concepto se involucra el **Manejo Integrado de Arvenses** investigado y recomendado por Cenicafé.

Establecimiento del Manejo Integrado de Arvenses (MIA)

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

Plateo o control de arvenses en la zona de raíces 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), *Colocasia esculenta* (bore) y 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 realiza utilizando machete y/o 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 de i.a/L) a una concentración del 10%.

La integración de los anteriores sistemas de manejo, teniendo en cuenta el método preventivo y cultural, 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.

Descripción del selector de arvenses utilizado para realizar el MIA

Según Marra y Carlson (1983), Mortensen y Coble (1997) y Higley y Pedigo (1997), el desarrollo de tecnologías que proporcionan un alto grado de selectividad sobre las arvenses permite al agricultor realizar tratamientos remediales a sitios que excedan económicamente los niveles de daño, por tal razón la aplicación exitosa del manejo Integrado de Arvenses está ligada a la disponibilidad de esta tecnología.

Con el fin de facilitar el establecimiento de arvenses nobles o de interferencia baja y hacer uso racional y eficiente de herbicidas químicos dentro de un manejo integrado de arvenses, Cenicafé ha desarrollado el Selector de Arvenses (Rivera, 1994). Es un equipo sencillo y liviano diseñado para la aplicación de herbicidas sistémicos postemergentes en forma selectiva sobre las arvenses de alta interferencia. El equipo consiste de una te (T) construida en tubería de PVC o polipropileno, de ¾" de diámetro interno, una altura de 1,30 m y ancho de 30 cm (Rivera, 2000) (Figura 5.17).

Volumen inicial de aplicación de herbicidas con el selector de arvenses

Pruebas realizadas variando el tamaño del equipo selector, determinaron que la velocidad de salida de la mezcla del herbicida es independiente del tipo de selector utilizado, debido a que ésta depende directamente del volumen inicial de la aplicación y de la altura y del peso de la columna de la solución herbicida. En la Figura 5.18, se observa cómo a medida que disminuye la altura del líquido en el selector (volumen inicial de aplicación) disminuye también la velocidad de salida de la mezcla del herbicida. El equipo selector de arvenses expuesto en la Figura 5.17 con capacidad para 650 cm³, además de ser más liviano y cómodo para su manejo, es 54,3%

más eficiente en cuanto al ahorro de herbicida que el selector de arvenses de capacidad máxima de 1.200 cm³ (Salazar y Rivera, 2001).

Concentración del herbicida en el selector de arvenses

Con este equipo puede lograrse un control efectivo (74%) de arvenses de hoja ancha con la aplicación de glifosato a una concentración del 9% (480 g de i.a /L), y 87% de control de arvenses de hoja angosta a una concentración del 8% (Figura 5.19), alcanzando para ambos casos una persistencia de control hasta de 41 días (Figura 5.20).

Efecto de la lluvia sobre la aplicación

Evaluaciones realizadas mediante la utilización de simulador de lluvias, permitió determinar que una lluvia de 60 mm/h sólo afecta el control si ésta ocurre 30 minutos después de la aplicación del herbicida (Figura 5.21). Se encontró que una lluvia simulada de 60 mm/h ocurrida 30 minutos después de la aplicación del herbicida, difiere estadísticamente del tratamiento testigo (sin lluvia). El mismo aguacero ocurrido después de 1 hora no afecta significativamente la eficacia del control.

Efecto del MIA sobre la producción del cafetal

En un experimento realizado en Chinchiná (Caldas) en siembras nuevas de café variedad Colombia, establecidas a 2 x 1 m, dos plantas por sitio, la producción acumulada de café durante cuatro años, obtenida bajo el tratamiento MIA, no presentó diferencias estadísticas con relación a la producción obtenida bajo el sistema de manejo de suelo libre de arvenses (Tabla 5.14). Es decir que el MIA, además de evitar las pérdidas de suelo, no afecta la productividad del cultivo.

Costos del manejo integrado de arvenses (MIA)

Con el fin de evaluar las ventajas económicas del MIA, se compararon cinco sistemas de manejo de arvenses frecuentemente empleados por los caficultores (Tabla 5.15), con el manejo integrado de arvenses recomendado por Cenicafé. Para ello se seleccionaron cinco fincas cafeteras ubicadas en la zona central cafetera colombiana, y en cada una de ellas se ubicaron dos parcelas con un área que varió entre 0,25 y 0,5 ha, cada una; en una parcela se llevó a cabo el manejo integrado de arvenses y en la otra se realizó el manejo de arvenses que normalmente hace el agricultor, consistente en manejo químico o mecánico desnudando totalmente el suelo.

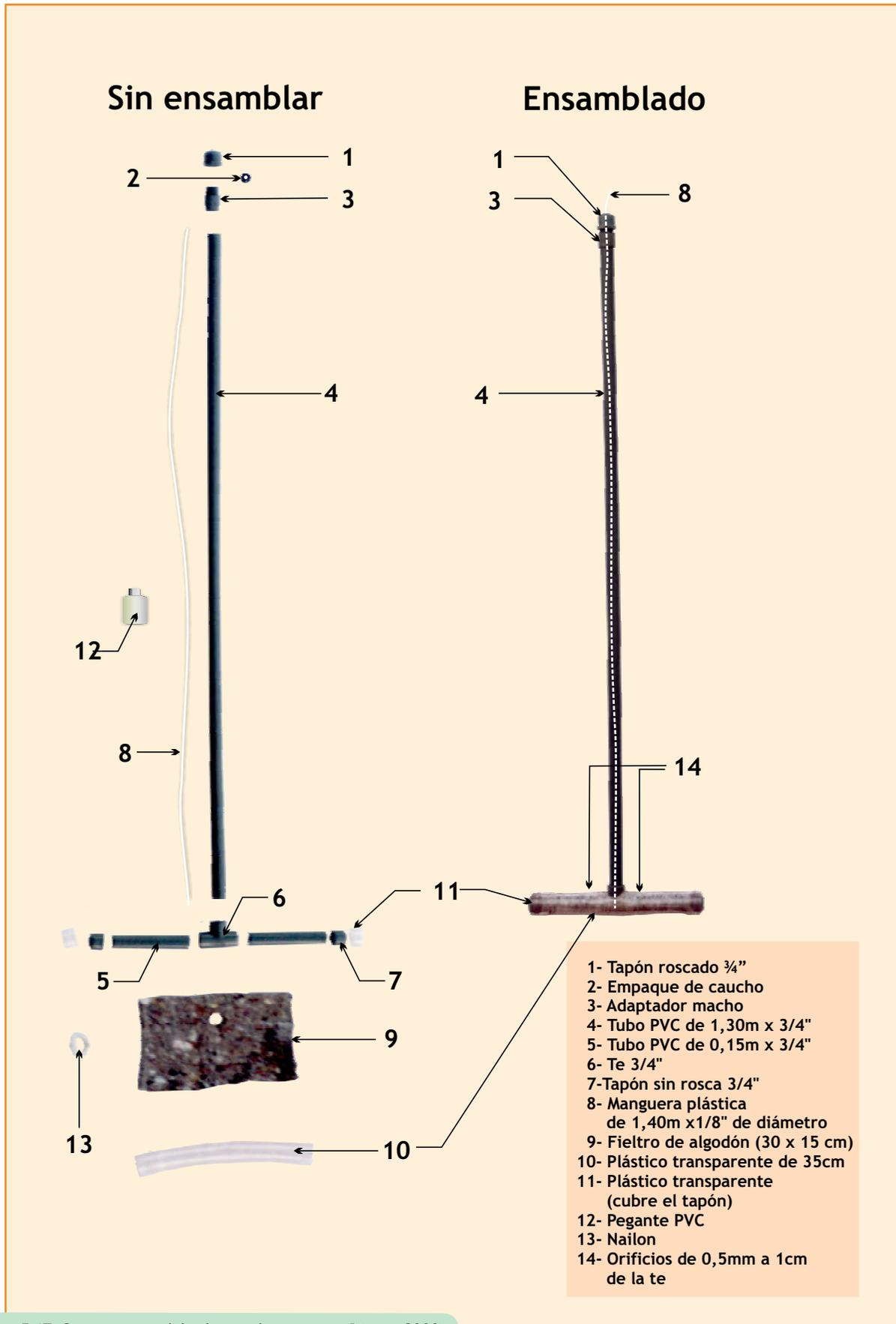


Figura 5.17. Componentes del selector de arvenses (Rivera, 2000).

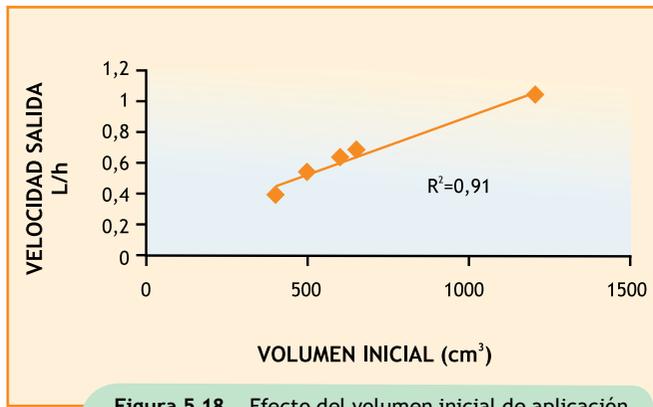


Figura 5.18. Efecto del volumen inicial de aplicación sobre la velocidad de salida de la mezcla herbicida (glifosato 480 g de i.a/L al 10%) (Salazar y Rivera, 2001).

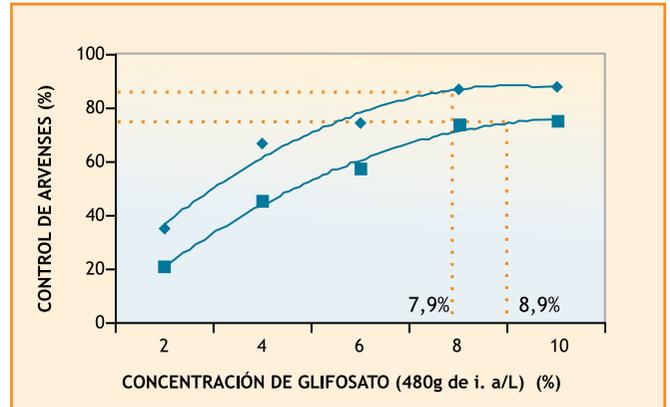


Figura 5.19. Efecto de diferentes concentraciones de glifosato aplicadas con el selector de arvenSES sobre la eficacia del control (Salazar e Hincapié, 2003).

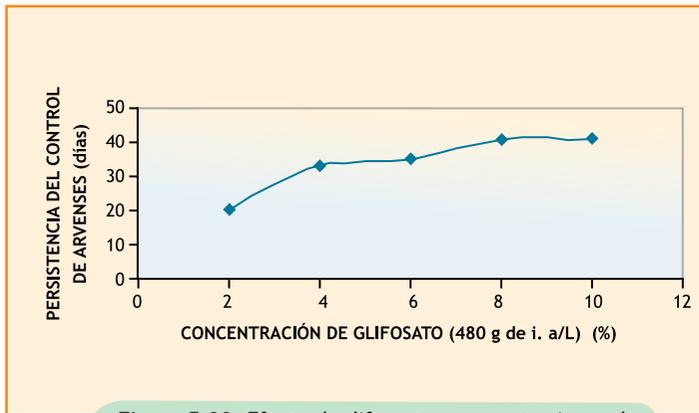


Figura 5.20. Efecto de diferentes concentraciones de glifosato aplicadas con el selector de arvenSES sobre la persistencia del control (Salazar e Hincapié, 2003).

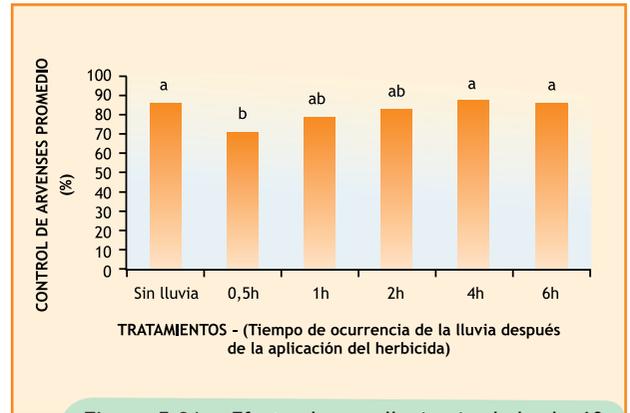


Figura 5.21. Efecto de una lluvia simulada de 60 mm/h sobre el control de arvenSES con selector (Tratamientos acompañados con letras iguales no difieren estadísticamente) (Salazar e Hincapié, 2003).

Tabla 5.14. 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 (Cenicafé, 2005a).

Tratamientos	Producción de café pergamino seco en arrobas por hectárea				
	1a Cosecha	2a Cosecha	3a Cosecha	4a Cosecha	Acumulado
MIA	94,30 a*	454,80 a	452,90 a	154,10 a	1.156,1 a
Manejo libre de arvenSES	59,60 a	506,80 a	485,70 b	185,70 a	1.237,8 a

*Valores seguidos de la misma letra son iguales estadísticamente.

El estudio se realizó durante dos años. Como variable de respuesta se evaluaron los costos del manejo de ambos tratamientos. El manejo integrado de arvenses permitió la reducción de los costos a través del tiempo comparado con el otro tipo de manejo; en el primer año

éstos disminuyeron en un 25% y en el segundo en un 40%. En las Figuras 5.22, 5.23 y 5.24 se observan las labores e insumos requeridos para cada método de manejo de arvenses en los diferentes sitios estudiados.

Tabla 5.15. Manejo tradicional de arvenses que realiza el caficultor en cada una de las fincas estudiadas.

Localidad	Labores del manejo de arvenses hecho por agricultor
A	Un plateo manual inicial, luego control químico general con herbicida glifosato, aplicado con aspersora de espalda y boquilla marcadora.
B	Plateo manual, control mecánico con machete dejando totalmente desnudo el suelo y control químico general con herbicida glifosato aplicado con selector de arvenses.
C	Control mecánico con guadaña dejando totalmente desnudo el suelo y plateo manual
D	Control mecánico con machete y químico general con herbicida glifosato, aplicado con aspersora de espalda.
E	Control químico general con herbicida glifosato, aplicado con aspersora de espalda.

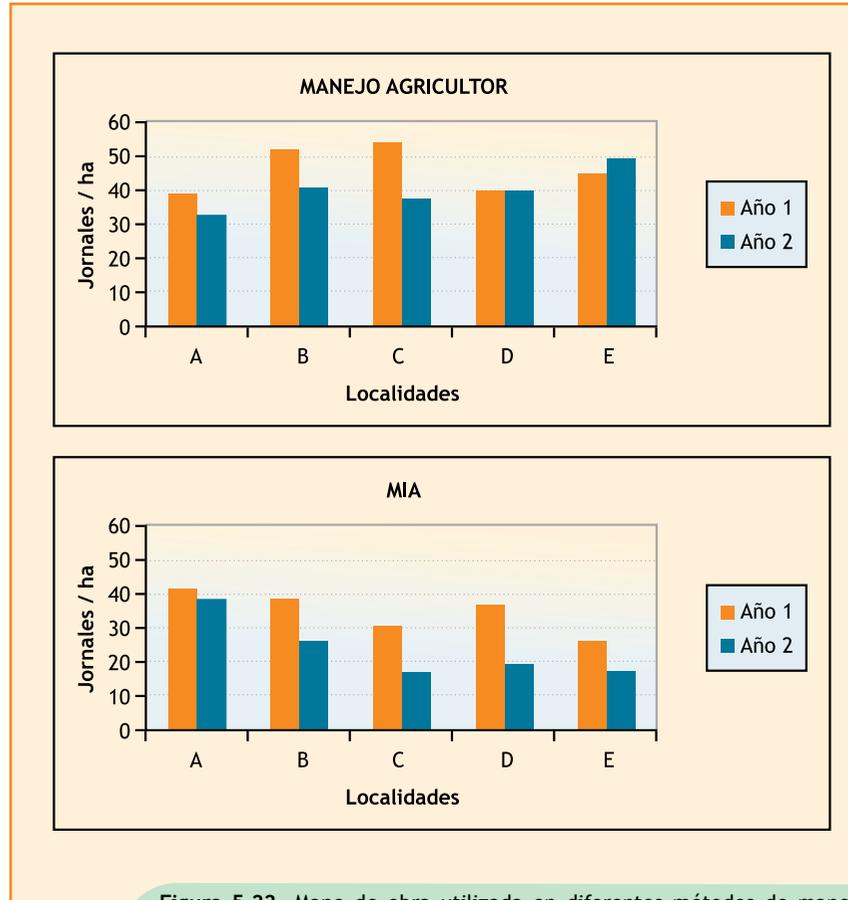


Figura 5.22. Mano de obra utilizada en diferentes métodos de manejo de arvenses en cafetales (Hincapié y Salazar, 2004).

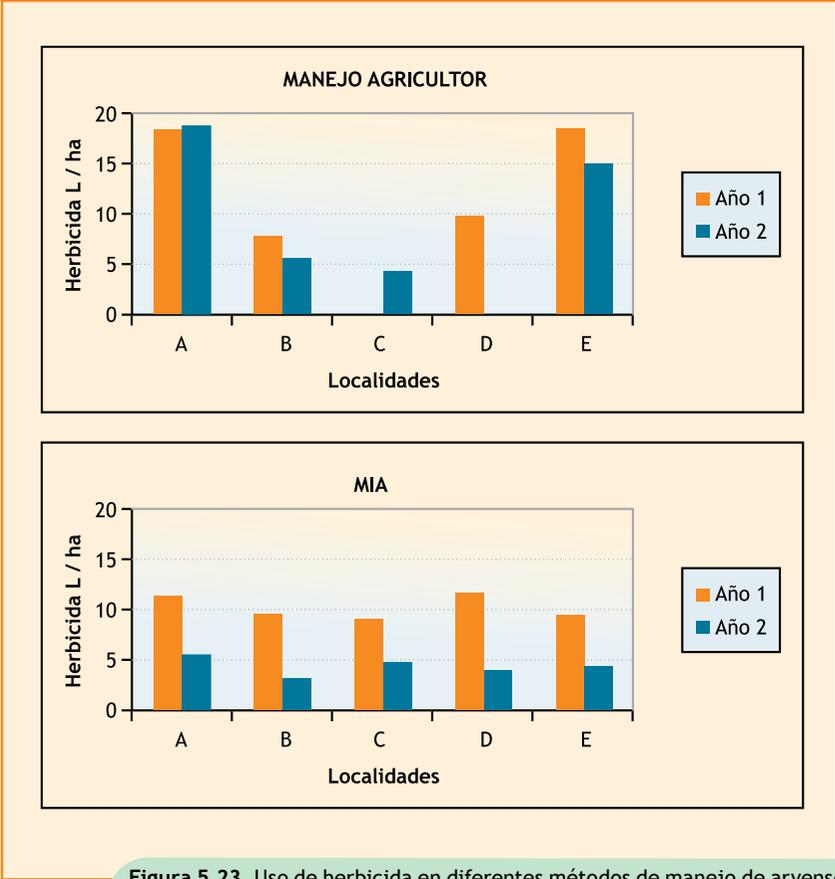


Figura 5.23. Uso de herbicida en diferentes métodos de manejo de arvenses en cafetales (Hincapié y Salazar, 2004).

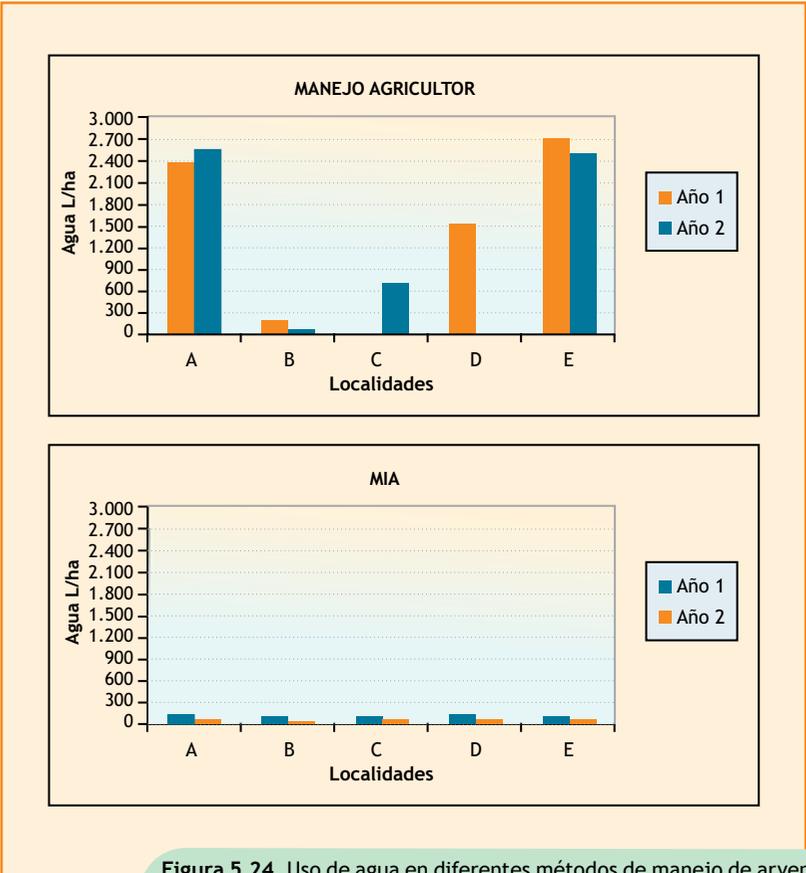


Figura 5.24. Uso de agua en diferentes métodos de manejo de arvenses en cafetales (Hincapié y Salazar, 2004).

CONSIDERACIONES FINALES. *Para mejorar o mantener la productividad del cultivo del café es importante el correcto manejo de las poblaciones de arvenses de interferencia alta, combinando de manera oportuna los diferentes métodos de control. El manejo no debe basarse en solo un método, debido a que pueden generarse problemas con especies de difícil manejo o se puede inducir resistencia a herbicidas.*

Las desyerbas tardías incrementan las poblaciones de las arvenses agresivas, lo cual implica mayores costos de manejo a través del tiempo y efectos negativos en la producción. La aplicación de herbicidas químicos debe hacerse en forma racional y localizada sobre las arvenses de mayor interferencia al cultivo, preferiblemente en su estado juvenil y utilizando el equipo selector de arvenses dentro de un plan de manejo integrado, y aprovechando el rebrote de las arvenses días después de un corte con machete o guadaña. Lo anterior con el fin de hacer más eficiente el control, facilitar la presencia de arvenses nobles, evitar toxicidad al cultivo y operarios y principalmente, proteger los recursos naturales como el suelo, el agua y la biodiversidad.