

COMBATE QUIMICO DE MALEZAS EN FRIJOL INTERCALADO CON CAFETO 1/*

Alice Zamora**
Claudio Javier Gamboa***
Rodolfo Araya**

ABSTRACT

Chemical weed control in beans intercropped with coffee. A trial was conducted, with twelve herbicide mixtures, in order to determine their effectiveness and selectivity over common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropped in a coffee orchard in Santo Domingo, Heredia, Costa Rica. A randomized complete block design, with four replications, was used. The experimental plot consisted of two bean rows, of six meters long, each of the Huetar cultivar. Each bean row was planted at 0.25 m, on both sides, from the low pruned (0.30 m high) coffee row (Caturra cultivar). The chemical treatments were: DNBP (2.0 kg/ha), linuron (0.75 kg/ha), chlorbromuron (1.5 kg/ha) and bentazon (1.0 kg/ha), each of them mixed with pendimethalin (0.75 kg/ha), alachlor (1.0 kg/ha) and metolachlor (1.0 kg/ha). The control plots included free weed competence and hand weeding. There was no significant difference of Gramineae and Cyperaceae weeds among treatments, while for the broad-leaf weed count, there was a significant difference among treatments at 20 and 60 days after planting and a highly significant difference at 40 days after planting. The chemical treatments of bentazon mixed with pendimethalin, with metolachlor or with alachlor showed the lowest broad-leaf weed incidence. The highest grain yield was obtained with mixtures of DNBP with metolachlor or pendimethalin and with bentazon mixed with alachlor. The linuron and chlorbromuron containing treatments produced phytotoxicity symptoms on the beans, reduced the number of plants at harvest time and showed the lowest yields. These same treatments produced off-shaped leaves, with chlorotic spots, on the young coffee sprouts, although the symptoms disappeared later on.

1/ Recibido para publicación el 2 de junio de 1987.

* Parte de la tesis de grado de Ingeniero Agrónomo, presentada por la primera autora en la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

** Programa de Leguminosas de Grano, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica.

*** Programa de Combate de Malezas, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica.

INTRODUCCION

En el Valle Central de Costa Rica existen 3500 hectáreas de café bajo un manejo intensivo y con diversas técnicas de poda. El sistema de poda por hilera permite mayor penetración de luz, para el buen desarrollo y producción de las hileras vecinas (Carvajal 1984; Pérez e Hilje, 1983). Además ofrece la alternativa de aprovechar el espacio de las hileras podadas para sembrar cultivos intercalados de porte bajo y ciclo corto, como el frijol común,

Cuadro 1. Herbicidas selectivos al frijol común en monocultivo.

Herbicida	Nombre Comercial	Referencia
bentazón	Basagrán	CIAT, 1980; Jensen, 1982; Herrera, 1981.
DNBP	Dinitro 3	Putnam y Love, 1974; Mata, 1972.
alaclor	Lazo	García y Cristales, 1971; Kaurananga, 1978; Putnam y Love, 1974; Putnam y Rice, 1979; Mata, 1972; Matamoros, 1980.
clorobromuron	Maloran	Pinchinat y Páez, 1970; WSSA, 1983.
linuron	Afalón	Fuentes, <i>et al.</i> : 1984; WSSA, 1983; Maier-Bode y Hartel, 1981.
metolaclor	Dual	Salto y Guerra, 1978.
pendimetalina	Prowl	Zimdahl <i>et al.</i> , 1984; WSSA, 1983.

el cual aparentemente no afecta la producción de ca-feto (Santinato *et al.*, 1977).

En Costa Rica no existe investigación sobre herbicidas selectivos para frijol y ca-feto intercalados. La literatura disponible no indica ninguna investigación específica sobre este tema y los herbicidas que se recomiendan para uso en cafetales son fitotóxicos al frijol. Con base en lo anterior se optó por probar los herbicidas que han mostrado un buen combate de malas hierbas en la leguminosa.

Como la mayor parte de los herbicidas no combate por igual a todas las malas hierbas, sino que actúan preferentemente contra especies de hoja ancha o contra algunas de hoja angosta, las mezclas de herbicidas son necesarias para lograr un amplio espectro de acción en el combate de malezas (Mata, 1972; Mago, 1977; CIAT, 1980; Matamoros, 1980; Blanco, 1981; Obando, 1983).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la selectividad al ca-feto y al frijol intercalados, de varias mezclas de herbicidas así como su eficiencia en el combate de malezas.

MATERIAL Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en la finca rojas, propiedad de la Cafetalera Tournon Ltda., ubicada en Santo Domingo de Heredia, a 84° 04' de

longitud oeste y 9° 57' de latitud norte y a una altitud de 1135 msnm.

El Cuadro 1 resume los principales herbicidas selectivos al frijol común que han sido probados en monocultivo.

En el Cuadro 2, se describen algunas características físicas y químicas del suelo donde se efectuó el experimento.

Los tratamientos usados en el experimento se resumen en el Cuadro 3. Las aplicaciones de los herbicidas se hicieron con un equipo AZ experimental accionado por CO₂ a una presión de 2,8 kg/cm², a una velocidad de 1 m/seg y con una franja de aplicación de 0,8 m. Todos los tratamientos se aplicaron en probrotación, un día después de la siembra, excepto el bentazón que se aplicó en posbrotación cuando el frijol se encontraba en la etapa de crecimiento de la segunda hoja trifoliada.

Se utilizaron plantas de ca-feto de 10 años de edad del cultivar 'Caturra', sembradas a pleno sol, a 1,30 m entre hileras y 0,84 m entre plantas y bajo un sistema de poda por hilera con ciclos de cinco años. El cultivar de frijol empleado fue el 'Huetar', hábito II-A y semilla de color rojo.

La siembra se realizó el 22 de mayo de 1985, en surcos, preparados con escardillos, a 0,25 m de los troncos de ca-feto y a ambos lados de la hilera de ca-feto con poda. En cada surco, de 6 m de largo, se depositaron 50 semillas de frijol.

Cuadro 2. Características físico-químicas del suelo donde se realizó el experimento de frijol asociado al café. Finca Rojas, Santo Domingo, Heredia, 1985.

	pHKCl	pH H ₂ O	mg/kg					cmol (+)/kg				%			
			Fe	Cu	Zn	Mn	P	Acidez	Mg	Ca	K	M.O.	Arc.	Lim.	Arena
Valor	4,7	5,5	200	16	13,6	9,4	23,7	0,86	0,9	9,5	0,3	12,8	12,4	32,8	54,8

Textura = franco - arenoso

Laboratorio de Suelos, Universidad de Costa Rica.

Cuadro 3. Tratamientos usados en el experimento de frijol asociado al café. Finca Rojas, Santo Domingo, Heredia.

Tratamiento	Dosis (kg/ha)	Epoca de aplicación
1. DNBP + pendimetalina	2,00 + 0,75	prebrotación *
2. DNBP + alaclor	2,00 + 1,00	prebrotación
3. DNBP + metolaclor	2,00 + 1,00	prebrotación
4. linurón + pendimetalina	0,75 + 0,75	prebrotación
5. linurón + alaclor	0,75 + 1,00	prebrotación
6. linurón + metolaclor	0,75 + 1,00	prebrotación
7. clorobromuron + pendimetalina	1,50 + 0,75	prebrotación
8. clorobromuron + alaclor	1,50 + 1,00	prebrotación
9. clorobromuron + metolaclor	1,50 + 1,00	prebrotación
10. bentazón + pendimetalina	1,00 + 0,75	posbrotación** + prebrotación
11. bentazón + alaclor	1,00 + 1,00	posbrotación + prebrotación
12. Testigo con libre crecimiento de malezas		
13. Testigo con deshierba mecánica 25 días después de la siembra		

* Prebrotación al frijol y a la maleza

** Posbrotación al frijol y a la maleza

Se fertilizó al momento de la siembra con 167 kg/ha de la fórmula comercial 10-30-10.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada bloque constó de una hilera de café con poda baja, con una orientación de este a oeste. El espaciamiento entre repeticiones lo establecieron las hileras de poda alta y sin poda en el presente año. La unidad experimental estuvo constituida por dos hileras de frijol, una a cada lado de la hilera de café podado (7,98 m²).

Las variables evaluadas fueron: síntomas de toxicidad, durante los primeros 30 días después de las aplicaciones de herbicida; incidencia de malezas gramíneas, hoja ancha y ciperáceas a los 20, 40

y 60 días después de la siembra; peso fresco de la parte aérea de las malezas a los 60 días después de la siembra y rendimiento en grano al 12% de humedad.

El análisis estadístico para el rendimiento y sus componentes se efectuó sólo en dos repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Fitotoxicidad

El café y el frijol presentaron síntomas de fitotoxicidad en los tratamientos que incluyeron clorobromurón o linurón: clorosis y necrosis en las

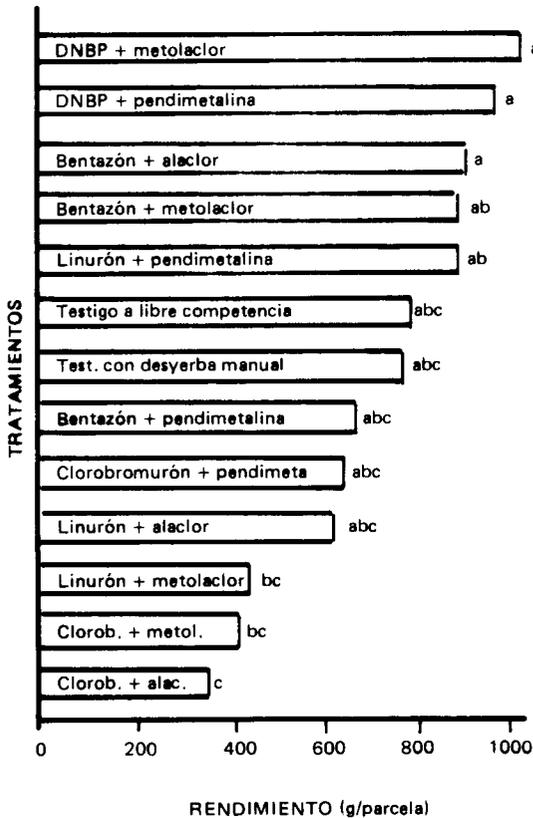


Fig. 1. Efecto de la aplicación de herbicidas en el rendimiento del frijol rojo asociado al café. Tratamiento con igual letra, son estadísticamente iguales según Duncan al 5%.

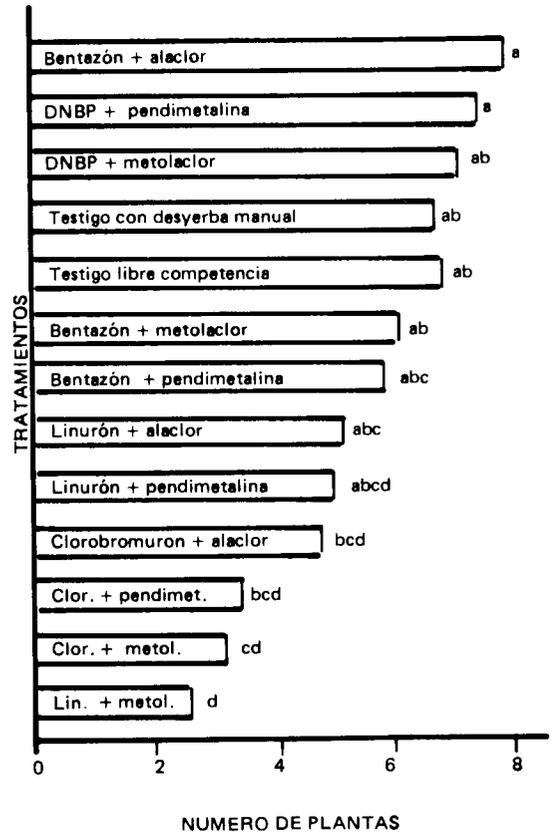


Fig. 2. Efecto de la aplicación de herbicidas en el número de plantas de frijol rojo asociado al café. Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales según prueba de Duncan al 5%.

hojas, ápice del tallo y muerte de varias plantas de frijol y hojas deformes, puntos cloróticos y leve corrugamiento de las hojas del hijo de poda del café. En el café los síntomas desaparecieron 20 días después.

El bentazón sólo presentó efectos fitotóxicos en frijol: clorosis y corrugamiento de las hojas; pero estos síntomas desaparecieron 15 días después de la aplicación.

La textura franco-arenosa del suelo del área experimental, un acumulado de 275 mm de lluvia 20 días después de la aplicación de los herbicidas y su alta solubilidad en agua son factores que pudieron favorecer la fitotoxicidad, según lo indicado por otros investigadores (Fuentes *et al.*, 1984; Putnam y Rice, 1979; Zimdahl y Clark, 1982; Zimdahl *et al.*, 1984).

Rendimiento de frijol

Hubo diferencias significativas entre tratamientos para el rendimiento en grano y el número de plantas a cosecha, pero los testigos no fueron superados por los mejores tratamientos de herbicidas (Figura 1 y 2). Esta superioridad se debió a la fitotoxicidad que presentaron varias mezclas de herbicidas y a la reducción del número de plantas a la cosecha.

Incidencia de malezas

Las mezclas de DNBP con metolaclor o con pendimetalina, y la de bentazón mas metolaclor presentaron la menor incidencia de malezas, así como

Cuadro 4. Número de malezas de hoja ancha, en función del tratamiento de combate de malezas y de la época de recuento*. Finca Rojas, Santo Domingo, Heredia.

Tratamientos	Dosis (kg/ha)	Días de aplicación		
		20	40	60
DNBP + pendimetalina	2,00 + 0,75	0,00 ^{a**}	2,85 ^{bc}	2,79 ^{abcd}
DNBP + alaclor	2,00 + 1,00	0,71 ^{abc}	2,83 ^{bc}	3,05 ^{abcd}
DNBP + metolaclor	2,00 + 1,00	1,29 ^{abc}	3,97 ^{cd}	4,57 ^d
Linurón + pendimetalina	0,75 + 0,75	0,85 ^{abc}	0,91 ^{ab}	4,38 ^{cd}
Linurón + alaclor	0,75 + 1,00	0,25 ^{ab}	2,03 ^{abc}	3,51 ^{abcd}
Linurón + metolaclor	0,75 + 1,00	0,93 ^{abc}	1,87 ^{ab}	3,29 ^{abcd}
Clorobromuron + pendimetalina	1,50 + 0,75	0,25 ^{ab}	1,79 ^{ab}	2,50 ^{abcd}
Clorobromuron + alaclor	1,50 + 1,00	0,25 ^{ab}	1,45 ^{ab}	2,02 ^{abc}
Clorobromuron + metolaclor	1,50 + 1,00	0,25 ^{ab}	0,25 ^a	2,02 ^{abc}
Bentazón + pendimetalina	1,00 + 0,75	0,50 ^{abc}	0,25 ^a	1,50 ^a
Bentazón + alaclor	1,00 + 1,00	1,47 ^{bc}	1,54 ^{ab}	1,87 ^{ab}
Bentazón + metolaclor	1,00 + 1,00	1,44 ^{bc}	2,69 ^{bc}	1,75 ^{ab}
Testigo a libre competencia	—	1,29 ^{abc}	6,19 ^e	4,17 ^{bcd}
Testigo con desyerba mecánica	—	1,66 ^c	5,33 ^{de}	4,66 ^d

* Datos transformados por \sqrt{x} .

** Tratamientos con igual letra para las columnas, son estadísticamente iguales, según la prueba de Duncan al 5%.

un pobre desarrollo de las que sobrevivieron, lo cual redujo la competencia.

El lote donde se efectuó el experimento presentó una baja población de malezas y las que predominaron fueron las de hoja ancha, debido a la utilización de herbicidas como diurón, glifosato, terbutilazina, oxyfluorfen, 2, 4-D y paraquat durante los últimos siete años.

Hubo diferencias significativas entre tratamientos para la incidencia de malezas de hoja ancha a los 20, 40 y 60 días (Cuadro 4); pero no se encontraron diferencias entre tratamientos para la incidencia de gramíneas y ciperáceas.

En el recuento a los 20 días después de la siembra, la menor incidencia de malezas de hoja ancha se obtuvo con las mezclas: DNBP con pendimetalina; linurón con alaclor y clorobromuron con pendimetalina. Debido a que en el testigo deshierba manualmente la primera eliminación de malezas se efectuó 25 días después de la siembra ya que el bentazón (herbicida con mayor espectro de acción sobre las malezas de hoja ancha), se aplicó 30 días después de la siembra, estos tratamientos fueron los que mostraron la mayor incidencia de malezas de hoja ancha en este período.

Para el recuento de los 40 y los 60 días las mezclas que presentaron menor número de malezas

fueron: bentazón con pendimetalina y bentazón con alaclor, debido a la aplicación tardía del bentazón (30 días después de la siembra).

En los tratamientos testigo el número de malezas fue alto en los recuentos a los 40 y 60 días pero con un pobre desarrollo.

La baja efectividad del DNBP en el combate de estas malezas pudo estar influido por la lixiviación o la degradación del producto en corto tiempo, como lo informaron Blanco (1981) y Matamoros (1980).

El linurón, que se incluyó para combatir hoja ancha, no fue efectivo debido, principalmente, a su fitotoxicidad y a su poco efecto residual (CIAT, 1980; Maier-Bode y Hartel, 1981).

RESUMEN

Se evaluó la efectividad y selectividad de doce mezclas de herbicidas en caféto intercalado con frijol.

Para medir las variables se utilizó una parcela experimental de dos hileras de frijol, cultivar 'Huetar', sembradas a 0,25m a cada lado de la hilera de caféto, cultivar 'Caturra' con poda baja (0,30 m de altura) por hilera con ciclo de cinco años.

Los tratamientos químicos fueron DNBP (2,0 kg/ha), linurón (0,75 kg/ha), clorobromurón (1,5 kg/ha) y bentazón (1,0 kg/ha), mezclados cada uno con pendimetalina (0,75 kg/ha), alaclor (1,0 kg/ha) y metolaclor (1,0 kg/ha). Además se incluyeron testigos a libre competencia y con desyerba manual.

No hubo diferencias significativas entre tratamientos en el número de malezas gramíneas y ciperáceas mientras que para los recuentos de malezas de hoja ancha, a los 20 y 60 días de la siembra, se encontró diferencia significativa entre tratamientos, y a los 40 días la diferencia fue altamente significativa.

Los tratamientos químicos con menor incidencia de malezas de hoja ancha fueron las mezclas de bentazón con pendimetalina, con metolaclor o con alaclor.

El mayor rendimiento en grano se obtuvo con las mezclas de DNBP con metolaclor o con pendimetalina y con bentazón más alaclor.

Los tratamientos que contenían linurón y clorobromurón produjeron síntomas de fitotoxicidad en el frijol, redujeron el número de plantas a la cosecha y mostraron los rendimientos más bajos.

Los hijos de poda del cafeto mostraron hojas deformes y puntos cloróticos con los tratamientos que contenían clorobromurón o linurón, pero estos síntomas desaparecieron posteriormente.

LITERATURA CITADA

- BLANCO, F. 1981. Evaluación de ocho mezclas de herbicidas en el combate de malezas y el rendimiento de cuatro cultivos de frijol. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía. 57 p.
- CARVAJAL, J.F. 1984. Cafeto: cultivo y fertilización. 2 ed. Bema, Suiza, Instituto Internacional de la Potasa. 254 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1980. Manejo y control de las malezas en el cultivo del frijol. Cali, Colombia, 71p.
- FUENTES, R. et al. 1984. Eficiencia dos herbicidas alaclor e linuron na cultura de feijao (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Cerés 31 (176): 248-264.
- GARCIA, J.G.; CRISTALES, F. 1971. Control de malezas y su efecto sobre el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en El Salvador. Agricultura en El Salvador 11 (1): 36-40.
- HERRERA, F.A. 1981. Combate químico de *Rottboellia exaltata* L. y otras malezas en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en Upala. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía. 79 p.
- JENSEN, K 1982. Weed control in snap beans (Sumario). Weed Abstracts 29(7):2091.
- KAURANANGA, J. et al. The effect of four herbicides on weed density and navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.) yield at Kury Valley, Northern Tanzania (Sumario). Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) 2: 154. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- MAGO, E.G. 1977. Evaluación de mezclas de herbicidas preemergentes y su efecto en variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía. 45 p.
- MAIER-BODE, H.; HARTEL, K. 1981. Linuron and monolinuron. Residue Reviews 77: 100-364.
- MATA R. 1972. Herbicidas preemergentes en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en dos suelos de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía. 73 p.
- MATAMOROS, G. 1980. Combate de malezas en dos cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos suelos de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía. 72 p.
- OBANDO, I. 1983. Uso de herbicidas pre y postemergentes en frijol común para disminuir la incidencia de la telaraña (*Thanatephorus cucumeris*) Donk. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía. 60 p.
- PEREZ, V.; HILJE, I. 1983. La poda del cafeto. Compañía Costarricense del Café. Circular Técnica no. 80. 45 p.
- PINCHINAT, A.M.; PAEZ, G. 1970. Una evaluación del efecto de herbicidas en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) In Reunión Latinoamericana de Fitotecnia (8: 1970, Bogotá, Colombia). Resúmenes. 154 p.
- PUTNNAM, A.R.; LOVE, A.P. 1974. Preplant and preemergence herbicides for effective weed control in snap beans (Sumario). Horticultural Abstract 44 (3): 136.
- PUTNNAM, A.R.; RICE, R. 1979. Environmental and edaphic influences on the selectivity, of alaclor on snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Weed Science 27 (5): 570-574.
- SALTO, E.; GUERRA, J. 1978. Metolachlor, a new grass killer. Proceedings of the Mediterranean Herbicide Symposium 2: 125-133.

SANTINATO, *et al.* 1977. Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) como cultura intercalar de cafezal em formação (1, 2 e 3 a-
ño). In Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras (5,
1977, Guarapi, E.S., Brasil)Resumos. Rio de Janeiro,
Instituto Brasileiro do Café. p. 212-215.

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1983. Herbicide
handbook. 5 ed. Illinois. 515 p.

ZIMDAHL, R.; CLARK, S. 1982. Degradation of three acetani-
lide herbicides in soil. *Weed Science* 30 (5): 545-548.

ZIMDAHL, R.; CATIZONE, P.; BUTCHER, A. 1984. Degrada-
tion of pendimethalin in soil. *Weed Science* 32 (3):
408-412.