



**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

Control de Malezas con Escardas y Herbicidas Preemergentes en Frijol en Zacatecas



**mario d. amador ramírez
efraín acosta díz
j. santos escobedo rosales
ramón gutiérrez luna**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO
CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS**

Folleto Científico No. 6

Septiembre de 2004

INDICE

	Página
Resumen.....	1
Summary.....	2
Introducción.....	3
Materiales y Métodos.....	4
Análisis estadístico.....	6
Resultados y Discusión.....	6
Control de malezas.....	8
Rendimiento.....	11
Conclusiones.....	14
Bibliografía.....	14

CONTROL DE MALEZAS CON ESCARDAS Y HERBICIDAS PREEMERGENTES EN FRIJOL EN ZACATECAS

Mario Domingo AMADOR RAMÍREZ¹

Efraín ACOSTA DÍAZ²

J. Santos ESCOBEDO ROSALES³

Ramón GUTIÉRREZ LUNA⁴

RESUMEN

Se condujo un estudio de campo durante 1993 y 1994 en Calera V. R., Zacatecas, México para determinar la eficacia de los herbicidas fomesafen, prometryn y DCPA en aplicación preemergente combinados con una o dos escardas en frijol cultivar 'Flor de Mayo' sembrado bajo condiciones de temporal. En 1994, parcelas con dos escardas tuvieron una menor población de malezas y un control de malezas del 92% a los 90 DDS en comparación a parcelas con una escarda. En 1993, la densidad de malezas y rendimientos de grano y paja de frijol no fueron diferentes entre tratamientos. Una escarda produjo un rendimiento similar al rendimiento obtenido con dos escardas. En 1994, dos escardas produjeron los mayores rendimientos de grano y paja. En 1994, parcelas tratadas con fomesafen mostraron la menor población y altura de malezas y resultó en un mayor control visual de la maleza a los 21 y 90 DDS, mientras que en 1993 hubo una tendencia para este tratamiento a tener la misma respuesta. En ambos años, los rendimientos de grano obtenidos con los tratamientos de herbicidas fueron estadísticamente similares a los rendimientos obtenidos por el tratamiento testigo sin herbicidas pero con escardas. Sin embargo, en parcelas tratadas con fomesafen tendieron a mostrar el mayor rendimiento de grano en ambos años. En ambos años, hubo una tendencia en las parcelas del testigo sin herbicidas a tener el mayor número de malezas por metro cuadrado, así como el menor porcentaje de control de malezas.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., densidad de maleza, altura de maleza, rendimiento de grano, rendimiento de paja, precipitación.

¹ Investigador del Programa Maleza y su Control del Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Apartado Postal 18, C.P. 98500 Calera V.R., Zac. E-mail: amadorm@inifapzac.sagarpa.gob.mx;

² Investigador Programa de Frijol del Campo Experimental Zacatecas hasta 2002.

³ Investigador en Sistemas de Producción del Campo Experimental Zacatecas, INIFAP.

⁴ Investigador en Manejo de Pastizales del Campo Experimental Zacatecas, INIFAP.

WEED CONTROL WITH CULTIVATIONS AND PREEMERGENCE HERBICIDES IN DRY BEAN IN ZACATECAS

SUMMARY

A field study was conducted during 1993 and 1994 in Calera V. R., Zacatecas, México to determine the efficacy of fomesafen, prometryn, and DCPA herbicides at preemergence with one or two cultivations on dry bean cultivar 'Flor de Mayo' grown under rainfed conditions. In 1994, plots with two cultivations had a lower weed population and 92% weed control 90 DAP compared with plots with one cultivation. In 1993, weed density and dry bean seed and straw yields were not different among treatments. One cultivation produced a yield similar to that obtained with two cultivations. In 1994, two cultivations produced the highest seed and straw yields. In 1994, fomesafen treated plots showed the lowest weed population and weed height and resulted in the highest visual weed control at 21 and 90 DAP, while in 1993 there was a trend for this treatment to have the same response. In both years, seed yields obtained with herbicide treatments were statistically similar to that obtained by the untreated check but with cultivations. However, there was a trend for plots treated with fomesafen to have the highest grain yield in both years. In both years, there was a trend for untreated check to have the highest number of weeds per square meter, as well as the lowest percentage of weed control.

Index words: *Phaseolus vulgaris* L., weed density, weed height, crop seed yield, crop straw yield, rainfall.

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los cultivos más importantes en México, donde el estado de Zacatecas es el principal productor con un promedio de 694,000 hectáreas sembradas en 1993 y 1994. En el 2002 la superficie sembrada con frijol se incrementó a 765,000 ha, lo cual representa aproximadamente un 10% más que en los años 1993 y 1994 (SAGARPA, 2002). En Zacatecas, cerca de 94 % de la superficie sembrada con frijol es bajo condiciones de temporal. La maleza reduce la producción de frijol al competir por humedad, luz y nutrientes (Zimdahl, 1980). En Zacatecas, la maleza más importante que interfiere con el cultivo de frijol son: acetillas (*Bidens* spp.), quelite (*Amaranthus palmeri* S. Cav.) y mostacilla (*Brassica campestris* L.) (Aguilar, 1975). La competencia por recursos de estas hierbas durante el desarrollo vegetativo del frijol puede resultar en una reducción del rendimiento hasta del 90% (Escobedo y Rincón, 1991; Amador, 1993a).

Los agricultores de la región generalmente realizan una o más escardas o cultivos mecánicos, según las condiciones del clima y el desarrollo del cultivo lo permitan, para controlar la maleza (Escobedo *et al.*, 1987). La maleza que emerge después de la siembra de frijol es usualmente controlada con la primera escarda, cuando las condiciones de humedad del suelo lo permiten. Un retraso en la primera escarda podría reducir el rendimiento hasta en un 39% (Amador, 1993a), debido a que la primera generación de malas hierbas compete con el cultivo durante este periodo crítico de interferencia (Wilson, 1993). La razón más común para retardar la primera escarda en siembras de temporal es la ocurrencia de lluvias continuas durante varios días. Los herbicidas preemergentes podrían ser una solución para reducir la interferencia de la maleza con el cultivo, sobre todo en el caso de un retraso en la primera escarda.

En Zacatecas, los productores de frijol usualmente escardan en dos ocasiones, la primera alrededor de los 22 días y la segunda a los 45 días después de la siembra (Pérez, 1998), ambas durante el periodo crítico de interferencia con el cultivo. La primera escarda es la más importante porque la competencia de la maleza después de esta escarda sólo reduce el rendimiento en 18 % (Amador, 1993a).

Además del control mecánico mediante escardas o azadón, la maleza puede ser controlada químicamente con herbicidas postemergentes. En comparación con el uso exclusivo de escardas, se logra un mejor control de la maleza con la combinación de escardas más bentazon a 0.96 kg

ia/ha o fomesafen a 0.25 kg ia/ha aplicados en postemergencia (Amador, 1986). Una escarda combinada con estos herbicidas postemergentes incrementa el rendimiento porque elimina la eventual competencia de la maleza con el cultivo (Amador, 1993b).

En soya (*Glycine max* L.), la asociación de escardas y herbicidas preemergentes o herbicidas postemergentes también incrementa el control de la maleza, lo que resulta en rendimientos más altos (Gebhardt, 1981). Las escardas, los herbicidas o la combinación de ambos, contribuyen al control de malezas. La aplicación exclusiva de escardas podría resultar en bajos rendimientos en el cultivo de soya (Shaw y Coats, 1988), un reducido control de la maleza en cacahuete (Bridges *et al.*, 1984) o una alta cobertura de maleza en maíz (Mt. Pleasant *et al.*, 1994), mientras que una o dos escardas combinadas con herbicidas son requeridas para mejorar el control de la maleza en frijol (Burnside *et al.*, 1993).

Fomesafen es un herbicida usualmente aplicado en postemergencia (Ahrens, 1994). La efectividad de este herbicida en preemergencia no ha sido determinada en Zacatecas e información que contenga resultados sobre su efectividad en preemergencia proveniente de otras regiones productoras de frijol es limitada. La aplicación del herbicida prometryn en frijol no es común comparado con el herbicida DCPA (Thomson, 1979; Ahrens, 1994).

Considerando que no existe información sobre herbicidas preemergentes para frijol y la reducida disponibilidad de herbicidas preemergentes en el Estado de Zacatecas, los objetivos de esta investigación fueron: 1) cuantificar el efecto de la supresión de la escarda que rutinariamente se realiza a los 22 días después de siembra, y 2) evaluar la efectividad de herbicidas en aplicación preemergente combinados con escardas en el control de la maleza con relación al rendimiento del frijol cultivado bajo condiciones de temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante 1993 y 1994 en el Campo Experimental Zacatecas (22°54' LN, 102°39' LW, 2197 msnm). El suelo es de textura franco arenosa constituido por 64% de arena, 26% de limo, y 10% de arcilla, con 1.6% de materia orgánica y pH de 7.4. El barbecho se hizo a una profundidad de 25 cm seguido de rastreo y nivelación de suelo. El frijol cultivar 'Flor de Mayo' fue sembrado en condiciones de

temporal en surcos espaciados a 76 cm, a una densidad de 130,000 plantas por hectárea (Pérez, 1986). Las fechas de siembra fueron 5 de julio de 1993 y 27 de junio de 1994. La parcela experimental estuvo constituida por cuatro surcos de 10 m de largo y separadas unas de otras por dos surcos de bordo.

Los tratamientos se establecieron en un diseño experimental de parcelas divididas con arreglo en bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones. La parcela grande se asignó al factor escardas con dos niveles: una escarda a los 45 días después de siembra (DDS), y dos escardas a los 22 y 45 DDS. Un tratamiento con cero escardas no fue incluido en el experimento porque el productor Zacatecano no contempla esta actividad dentro de su esquema de manejo del cultivo. La subparcela incluyó a tres herbicidas y un testigo sin herbicida con las escardas correspondientes; los herbicidas fueron fomesafen, prometryn y DCPA, los cuales se aplicaron en dosis de 0.25, 0.5 y 7.5 kg ia/ha, respectivamente. El volumen de aplicación fue 393 L de agua ha⁻¹ y aplicados dos días después de la siembra de frijol, con una aspersora manual en 1993 y con una aspersora motorizada en 1994. Ambas aspersoras estuvieron equipadas con boquillas del tipo TeeJet 8003.

Los herbicidas fueron aplicados para cubrir la superficie completa en condiciones de baja humedad del suelo en 1993 y alta humedad en 1994, ya que las precipitaciones ocurridas 15 días previos a la siembra de frijol fueron de 38 mm en 1993 y 101 mm en 1994. Durante la primera decena después de la aplicación de los herbicidas, ocurrió una precipitación de 45 mm y una temperatura promedio de 17.3 °C en 1993, mientras que en 1994 los valores fueron de 7 mm de lluvia y 18.8 °C de temperatura.

El control de la maleza, su densidad por metro cuadrado así como su altura fueron medidos a los 21 y 90 DDS. El control de la maleza se cuantificó mediante una escala del 0 al 100 propuesta por el Consejo Europeo de Investigación en Maleza, donde 0 indica maleza viva y 100 maleza muerta (SWSS, 1972). Los datos del control de la maleza fueron transformados a arco-seno $(X)^{1/2}$ previo al análisis de varianza (Reyes, 1978). Los conteos de la maleza fueron sujetos a una transformación logarítmica $[\log(x+10)]$ previo al análisis de varianza. En los cuadros de resultados se presentan medias no transformadas. El rendimiento de grano, paja, número de granos por vaina, número de vainas por planta y peso de 100 semillas fueron determinados después de la cosecha en dos surcos centrales de 8 m de largo de cada parcela experimental.

Análisis estadístico

Los datos de las variables relacionadas con la maleza, el rendimiento del cultivo y sus componentes fueron sujetos a análisis de varianza y la comparación de medias entre tratamientos mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5%. Las medias de densidad de la maleza fueron comparadas por la prueba Diferencia Mínima Significativa de Fisher a un nivel de significancia del 5% (SAS, 1987).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dado que la interacción escardas x herbicidas no fue significativa dentro de años en ninguna de las variables evaluadas, aquí se presentan los resultados de los efectos principales de escardas y herbicidas sobre el control de la maleza y rendimientos de frijol.

En un estudio previo, Amador (1993a) detectó que la población de malezas estuvo constituida por *Amaranthus palmeri* y *Bidens odorata*, con infestaciones de 60 y 30 %, respectivamente; el restante 10 % estuvo constituido por *Galinsoga parviflora* y *Eragrostis diffusa*. En el presente trabajo, las especies *A. palmeri* y *B. odorata* más *B. campestris* y *G. parviflora* fueron las malezas que dominaron en ambos años, pero con reducidas densidades de plantas debido al efecto de los tratamientos. Por otro lado, no se observó la presencia de *Simsia amplexicaulis* en 1993.

En 1993, *B. odorata* fue la maleza más abundante, acompañada con escasa presencia de *A. palmeri*, *B. campestris* y *G. parviflora* (Cuadro 1). Las densidades de malezas no fueron afectadas por la aplicación de escardas. La densidad de plantas de *B. odorata* en parcelas tratadas con fomesafen fue similar a aquellas tratadas con prometryn pero 79% menor que con DCPA. Sin embargo, el uso de ningún herbicida para controlar *B. odorata* fue una mejor alternativa que la combinación de prometryn o DCPA.

En 1994, las especies de maleza predominantes fueron *A. palmeri*, *B. campestris*, *G. parviflora*, y *S. amplexicaulis*, mientras que *B. odorata* prácticamente no apareció (Cuadro 2). La densidad de *G. parviflora* fue 76% menor en parcelas con dos escardas que con una escarda 45 DDS. La densidad de plantas de *G. parviflora* en parcelas tratadas con fomesafen fue similar a aquellas tratadas con prometryn, pero menor que con DCPA, lo que implica la baja eficacia de este herbicida. El uso de no

herbicidas para controlar *G. parviflora* fue una mejor alternativa que con la aplicación de DCPA porque este tratamiento no mostró mejoramiento en el control de malezas.

Cuadro 1. Densidad de maleza (plantas/m²) en respuesta al número de escardas y tipo de herbicidas en 1993. Datos registrados a los 90 DDS.

Tratamiento	<i>Bidens odorata</i>	<i>Amaranthus palmeri</i>	<i>Brassica campestris</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>
Escardas [†]				
1	8 a	2 a	0 a	1 a
2	9 a	0 a	0 a	1 a
Herbicida				
Fomesafen	3 a	0 a	0 a	0 a
Prometryn	7 ab	1 a	0 a	0 a
DCPA	14 c	2 a	0 a	2 a
No herbicida	10 bc	2 a	1 a	3 a

*Medias en una columna seguidas por la misma letra dentro de cada factor no son diferentes significativamente a un nivel del 5% usando la prueba Diferencia Mínima Significativa de Fisher.

[†]1=escarda aplicada a los 45 DDS y 2= escardas a los 25 y 45 DDS

En 1994, el tratamiento de fomesafen tendió a mostrar una reducida densidad de malezas en parcelas tratadas con este herbicida comparado con otros herbicidas (Cuadro 2), pero para *B. odorata* y *A. palmeri*, las cuales son las malezas mas importantes en Zacatecas, el uso de no herbicidas que implícitamente implica el uso individual de escardas representó la mejor alternativa. Las diferencias en dominancia de maleza entre años podrían ser atribuidas a factores tales como sitio experimental, rotación de cultivos y disponibilidad de humedad.

Una comparación de la precipitación durante la temporada de crecimiento entre años mostró que la lluvia total acumulada en 1993 fue similar a la ocurrida en 1994, aunque la distribución de la precipitación fue diferente entre años; en 1994, la precipitación estuvo mejor distribuida, razón por la cual su desviación fue menor (Cuadro 3).

Cuadro 2. Densidad de maleza (plantas/m²) en respuesta al número de escardas y tipo de herbicidas en 1994. Datos registrados a los 90 DDS.

Tratamiento	<i>Amaranthus palmeri</i>	<i>Simsia amplexicaulis</i>	<i>Brassica campestris</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>
Escardas [†]				
1	7 a	6 a	4 a	17 b
2	3 a	3 a	3 a	4 a
Herbicida				
Fomesafen	0 a	0 a	0 a	0 a
Prometryn	7 a	5 ab	5 b	6 ab
DCPA	4 a	10 b	5 b	16 bc
No Herbicida	8 a	4 ab	3 ab	19 c

*Medias en una columna seguidas por la misma letra dentro de cada factor no son diferentes significativamente a un nivel del 5% usando la prueba Diferencia Mínima Significativa de Fisher.

[†]1=escarda aplicada a los 45 DDS y 2= escardas a los 25 y 45 DDS

Control de malezas

En 1993, la población de malezas, altura y control de malezas no fueron diferentes entre tratamientos con escardas (Cuadro 4). En 1994, parcelas con dos escardas tuvieron una menor población de malezas así como un 92% de control de malezas a los 90 DDS en comparación a parcelas con una escarda. Otras investigaciones coinciden en que la adición de una o dos escardas a herbicidas mejoraron el control de malezas en frijol y soya, en comparación al control mecánico (Amador 1993b; Burnside *et al.*, 1993; Burnside *et al.*, 1994; Shaw and Coats, 1988). En 1991, Escobedo *et al.* (1987) y Escobedo y Rincón (1991) observaron una relación inversa en el sentido de que a mayor número de escardas la población de malezas fue menor; las parcelas manejadas previamente con dos y tres escardas tuvieron 28 y 37% menor población de maleza, respectivamente, en comparación con las parcelas manejadas con una sola escarda.

Cuadro 3. Precipitación durante la estación de crecimiento del frijol en Zacatecas, México.

Días después de siembra	1993	1994	Promedio 20 años
	mm		
0-10	19	0	35
11-20	49	7	37
21-30	8	34	35
31-40	0	60	34
41-50	0	19	25
Subtotal	76	120	166
51-60	65	4	23
61-70	51	23	20
71-80	24	9	20
81-90	33	62	22
91-100	7	28	20
101-110	2	32	3
Total	258	278	275
Desviación estándar	23.1	21.0	9.9

En 1994, las parcelas tratadas con fomesafen mostraron el mayor control de malezas a los 21 y 90 DDS, mientras que en 1993 la respuesta a estos tratamientos fue similar a la de otros tratamientos evaluados en este estudio (Cuadro 4). Esta respuesta diferente de las malezas al fomesafen posiblemente está relacionada con una reducida adsorción del herbicida al suelo, causada por un lavado del suelo producto de 45 mm de lluvia ocurrida durante los 10 días posteriores a la aplicación del herbicida. Cobucci *et al.* (1998) mencionan que la adsorción del fomesafen suele ser más baja en un suelo húmedo que en un suelo seco, porque la humedad reduce la permanencia de las moléculas de fomesafen en el suelo, al estar sujeto a una mayor lixiviación, absorción vegetal y degradación microbiana; en adición, la efectividad del fomesafen puede también ser reducida por fotodegradación (Ahrens 1994).

En ambos años, el efecto de prometryn y DCPA en la población de malezas fue estadísticamente similar al tratamiento testigo sin herbicida. En 1994, las parcelas tratadas con DCPA tendieron a presentar la mayor altura de malezas comparado con otros tratamientos herbicidas, lo

que sugiere que el desempeño del DCPA fue afectado por la ausencia de lluvia ocurrida durante el inicio del ciclo agrícola. Por lo tanto, la aplicación de este herbicida sería un gasto innecesario, ya que las malezas presentes en las parcelas tratadas sin herbicida tuvieron una altura estadísticamente menor.

Cuadro 4. Efecto del número de escardas y herbicidas en la densidad (núm./m²), altura (cm) y control de maleza (%) en 1993 y 1994.

Tratamiento	Densidad [†]	Altura [†]	Control	
			21 DDS	90 DDS
1993				
Escardas				
1	11 a	21.9 a	87 a	93 a
2	17 a	19.6 a	90 a	88 a
Herbicida				
Fomesafen	5 a	15.1 a	98 a	97 a
Prometryn	12 ab	21.1 a	98 a	92 ab
DCPA	19 b	25.2 a	70 b	88 b
No Herbicida	22 b	21.6 a	--	86 b
1994				
Escardas				
1	36 b	3.8 a	87 a	73 b
2	16 a	2.9 a	91 a	92 a
Herbicida				
Fomesafen	3 a	0.6 a	96 a	99 a
Prometryn	24 b	3.3 b	90 b	91 b
DCPA	38 b	6.0 c	81 c	66 c
No Herbicida	38 b	3.4 b	--	75 c

*Medias dentro de columnas dentro de cada factor en cada año seguidas por la misma letra no son diferentes significativamente a un nivel del 5% usando la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

[†]Datos registrados a los 90 días después de la siembra.

En ambos años el tratamiento sin herbicidas mostró una tendencia a tener el mayor número de malezas por metro cuadrado, así como el menor porcentaje de maleza eliminada (Cuadro 4), debido posiblemente a la ineficiencia de control del implemento. Bridges *et al.* (1984) y Mt. Pleasant *et al.* (1994) también observaron un menor control de malezas

con la sola aplicación de escardas; las escardas son necesarias porque en parcelas sin escardas se han cuantificado pérdidas de 84 a 90% en el rendimiento de frijol (Amador, 1993a; Amador, 1993b).

La diferencia entre densidades promedio de malezas entre años podría ser atribuida a factores tales como sitio experimental, banco de semillas de malezas y disponibilidad de humedad. La menor densidad promedio de malezas en 1993 resultó en menos competencia y condujo a tener malezas más altas que en 1994.

Rendimiento

En 1993, los rendimientos de grano y paja de frijol no fueron diferentes significativamente entre escardas, herbicidas, o su interacción (Cuadro 5). Por lo tanto, una escarda a los 45 DDS resultó en rendimientos similares a aquellos obtenidos con dos escardas.

En 1994, por otro lado, dos escardas produjeron un 19% de rendimiento de grano y 11% de rendimiento de paja mayor que con una escarda. La diferente respuesta a número de escardas entre años podría ser atribuido a la lluvia acumulada durante los primeros 50 días de la temporada de crecimiento del frijol (Cuadro 3). La lluvia acumulada en ese tiempo en 1994 fue 44 mm más que en 1993, lo cual adicionado a la aireación del suelo ocasionada por la segunda escarda resultó en un incremento de los rendimientos de grano y paja (Burnside *et al.*, 1993). Con base a lo anterior expuesto, es importante señalar que en años más secos se recomienda menor movimiento de suelo a través de su labranza.

En ambos años, los rendimientos de grano obtenidos en parcelas tratadas con herbicidas fueron estadísticamente similares al obtenido por el testigo con solo escardas, lo que indica que la aplicación individual de escardas fue suficiente (Cuadro 5). Las escardas son importantes porque en su ausencia el cultivo de frijol puede tener pérdidas hasta de 90 % causadas por interferencia con malezas (Amador, 1993a). A diferencia de lo observado por Shaw y Coats (1988), quienes indicaron que el uso de escardas resultó en un rendimiento reducido, en este estudio el rendimiento obtenido por el testigo sin herbicidas y con escardas fue similar a los rendimientos obtenidos con escardas combinadas con algunos herbicidas, lo que significa que la oportunidad en la aplicación de escardas es trascendental y que no es necesario el uso de herbicida.

Cuadro 5. Efecto de escardas y herbicidas en los rendimientos (kg/ha) de grano y paja de frijol.

Tratamiento	Rendimiento			
	Grano		Paja	
	1993	1994	1993	1994
Escarda [†]				
1	556 a	1080 b	575 a	887 b
2	544 a	1290 a	603 a	984 a
Herbicida				
Fomesafen	631 a	1260 a	631 a	950 ab
Prometryn	478 a	1160 a	511 a	883 b
DCPA	541 a	1180 a	631 a	1020 a
No Herbicida	551 a	1150 a	583 a	894 b

* Medias en una columna seguidas por la misma letra dentro de cada factor no son significativamente diferente a un nivel del 5% usando la prueba Diferencia Mínima Significativa de Fisher.

[†]1=escarda aplicada a los 45 DDS y 2= escardas a los 25 y 45 DDS

Las diferencias entre años en el rendimiento de grano y paja estuvieron estrechamente relacionadas con los componentes de rendimiento del frijol (Cuadro 6), y éstos a su vez con la distribución de la lluvia, ya que los valores de los componentes de rendimiento fueron más altos en 1994 que en 1993. En 1993, la densidad de estructuras florales pudo haber sido reducida por la escasa y nula precipitación ocurrida al inicio del ciclo agrícola, mientras que en 1994 tales estructuras florales resultaron beneficiadas por la precipitación ocurrida durante los 30 días previos a la floración. En adición, la lluvia ocurrida desde los 80 días en 1994, produjo un incremento en el número de vainas por planta y en el peso de las semillas, en comparación con la precipitación ocurrida en 1993.

En 1993 los componentes de rendimiento: semillas por vaina, vainas por planta y peso de 100 semillas, no fueron afectados por escardas, herbicidas, o la interacción escardas por herbicidas (Cuadro 6). No hubo diferencias en el número de semillas por vaina entre tratamientos en 1993 y 1994 (datos no mostrados). Aunque la densidad de frijol fue menor en parcelas tratadas con prometryn (Cuadro 6) y hubo una tendencia para rendimientos de grano y paja a ser menores que los otros tratamientos (Cuadro 5), ellos no fueron significativamente diferentes. El

hecho de que el rendimiento de frijol no haya sido afectado quizá fue debido a un ligero incremento en el peso de semilla. Prometryn pudo haber reducido la germinación de semilla de frijol y aunque las plantas de frijol que emergieron tuvieron un porcentaje de daño de 5% (datos no mostrados), las plantas recuperaron su apariencia normal; según Burnside *et al.* (1994), el mayor porcentaje de daño no siempre está asociado al menor rendimiento de frijol, lo cual fue manifiesto en este estudio.

Cuadro 6. Efecto del número de escardas y herbicidas en el número de vainas por planta, peso de grano (g) y densidad (plantas/m²) de frijol de temporal.

Tratamiento	Vainas por planta	Peso de 100 semillas	Densidad de Frijol
1993			
Escardas [†]			
1	7.6 a	19.9 a	11 a
2	8.3 a	19.9 a	11 a
Herbicida			
Fomesafen	8.3 a	19.9 a	12 a
Prometryn	8.1 a	20.2 a	9 b
DCPA	7.8 a	19.9 a	12 a
No Herbicida	7.5 a	19.7 a	12 a
1994			
Escarda [†]			
1	9.5 a	24.5 b	18 a
2	9.6 a	25.6 a	16 b
Herbicida			
Fomesafen	10.7 a	25.0 ab	17 a
Prometryn	9.9 ab	24.9 ab	16 a
DCPA	8.6 c	25.8 a	17 a
No Herbicida	9.0 bc	24.4 b	17 a

* Medias en una columna para cada factor en cada año seguido por la misma letra no son diferentes significativamente a un nivel del 5% usando la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

[†]1=escarda aplicada a los 45 DDS y 2= escardas a los 25 y 45 DDS

En 1994, el peso de 100 semillas y la densidad de plantas de frijol fueron afectados significativamente por el factor escardas (Cuadro 6).

Dos escardas redujeron la densidad de frijol más que una escarda, lo cual condujo a tener un mayor peso de semilla. El mayor rendimiento de grano en 1994 con dos escardas (Cuadro 5) fue manifiesto por el mayor peso de semilla en las plantas cosechadas (Cuadro 6), a pesar de que las parcelas hayan tenido menor densidad de plantas de frijol. Este efecto puede ser explicado como un mecanismo de compensación ya que el tratamiento con dos escardas tuvo un menor número de plantas por m² pero produjo semillas con mayor peso, mientras que el tratamiento con una escarda tuvo un mayor número de plantas por m² pero produjo semillas con un menor peso. Efectos de herbicida fueron observados en el número de vainas por planta y peso de 100 semillas, aunque el rendimiento de grano no fue afectado (Cuadro 6). Fomesafen incrementó el número de vainas por planta en comparación al testigo sin herbicidas debido al mejoramiento en el control de malezas.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que la respuesta del control de malezas en términos de densidad con el uso de una o dos escardas fue variable entre años, mientras que la respuesta a la adición de herbicidas a las escardas fue relativamente constante.

La adición del herbicida fomesafen al uso de escardas mejoró el porcentaje en el control de malezas en ambos años.

Por la similitud en el control de malezas de los herbicidas prometryn y DCPA, con el uso individual de dos escardas a los 22 y 45 días o una escarda aplicada a los 45 días después de la siembra, sería suficiente.

Los rendimientos de semilla y paja de frijol no se incrementaron con la adición de herbicidas a la aplicación de escardas al compararlos con los rendimientos cuando solo se utilizaron escardas.

Los cultivos mecánicos son una opción factible si los productores tienen que restringir el uso de herbicidas, debido a los bajos ingresos y el costo adicional de los herbicidas que propiciarían un aumento en los costos de producción. Sin embargo, el herbicida fomesafen podría ser considerado como una alternativa viable para el control temprano de malezas en frijol en aplicación preemergente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar A., S. 1975. Reconocimiento zonal de malas hierbas y su colección en el cultivo del frijol de temporal. Informe de Investigación Agrícola. Ciclo 1975. Campo Agrícola Experimental Zacatecas. CIANE, INIA, SAG. p. 2.69-2.82.
2. Ahrens, W. H. 1994. *Herbicide Handbook*, 7th ed. Champaign, IL: Weed Science Society of America. pp. 143-145 p.
3. Amador R., M. D. 1986. Uso y Manejo de Herbicidas en Maíz y Frijol en Zacatecas. Folleto para Productores No. 16. INIFAP-CIANOC, Campo Agrícola Experimental Zacatecas. 19 p.
4. Amador R., M. D. 1993a. Competencia de malezas con frijol de temporal en Zacatecas. *Rev. Fitotec. Mex.* 16:1-11.
5. Amador R., M. D. 1993b. Asociación escardas y herbicidas para el control de maleza en frijol. *Agric. Téc. Méx.* 19:129-140.
6. Bridges, D. C., Walker, R. H., McGuire, J. A., and Martin, N. R. 1984. Efficiency of chemical and mechanical methods for controlling weeds in peanuts (*Arachis hypogaea*). *Weed Sci.* 32:584-591.
7. Burnside, O. C., Krause, N. H., Wiens, M. J., Johnson, M. M., and Ristau, E. A. 1993. Alternative weed management systems for the production of kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Technol.* 7:940-945.
8. Burnside, O. C., Ahrens, W. H., Holder, B. J., Wiens, M. J., Johnson, M. M., and Ristau, E. A. 1994. Efficacy and economics of various mechanical plus chemical weed control systems in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Technol.* 8:238-244.
9. Cobucci, T., Prates, H. T., Falcão, Ch. L. M., and Rezende, M. M. V. 1998. Effect of imazamox, fomesafen, and acifluorfen soil residues on rotational crops. *Weed Sci.* 46:258-263.
10. Escobedo R., J. S., Echavarría Ch., F. G., Carrillo H. y González M. 1987. Diagnóstico agrícola en El Bordo, Guadalupe, Zacatecas. Informe de Actividades. SARH-INIFAP-CIFAP-ZACATECAS.
11. Escobedo R., J. S. y Rincón V., J. F. 1991. Marco de referencia de frijol y chile de riego y frijol de temporal en Zacatecas. Documento de Trabajo. SARH-INIFAP-ZACATECAS.
12. Gebhardt, M. R. 1981. Cultural and chemical weed control systems in soybeans (*Glycine max*). *Weed Sci.* 29:133-138.
13. Mt. Pleasant, J., Burt, R. F., and Frisch, J. C. 1994. Integrating mechanical and chemical weed management in corn (*Zea mays*). *Weed Technol.* 8:217-223.
14. Pérez T., H. 1986. El Frijol Bajo Temporal en Zacatecas. Folleto para Productores No. 14. Campo Experimental Zacatecas. CIANOC-INIFAP. 15 p.

15. Pérez T., H. 1998. Guía Para Cultivar Frijol en el Estado de Zacatecas. Folleto para Productores No. 1 (Segunda Edición). Campo Experimental Calera. INIFAP. 40 p.
16. Reyes C., P. 1978. Diseños de Experimentos Agrícolas. Primera Edición. Ed. Trillas S. A. México, D. F. pp. 302-309.
17. SAGARPA, Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, 2002. Avance de Siembras y Cosechas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/indexgiras2.html>
18. [SAS] Statistical Analysis Systems. 1987. SAS/STAT User's Guide. Carey, NC. Release 6.04.
19. Shaw, D. R. and Coats, G. E. 1988. Herbicides and cultivation for sicklepod *Cassia obtusifolia* control in soybeans *Glycine max*. Weed Technol. 2:187-190.
20. [SWSS] Southern Weed Science Society. 1972. Research Methods in Weed Science. Twenty-Fifth Anniversary Commemorative Issue of the Southern Weed Science Society. Atlanta, GA. pp 27-41.
21. Thomson, W. T. 1979. Agricultural Chemicals - Book 2: Herbicides. 1979 Revision. Thomson Pub. Fresno, CA. 254 p.
22. Wilson, R. G. 1993. Wild proso millet (*Panicum miliaceum*) interference in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). Weed Sci. 41:607-610.
23. Zimdahl, R. L. 1980. Weed-Crop Competition - A Review. International Plant Protection Center. Oregon State University. Corvallis, OR. USA. 196 p.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias por el apoyo económico para la conducción y finalización de la presente investigación.

Revisión Técnica

Dr. Ramón Gutiérrez Luna
M.C. Guillermo Medina García

Edición

Dr. Mario D. Amador Ramírez

Comité Editorial del CEZAC

M. Sc. Agustín F. Rumayor Rodríguez, *Presidente*
Ph. D. Mario D. Amador Ramírez, *Secretario*
Ph. D. Ramón Gutiérrez Luna, *Vocal*
M.C. Guillermo Medina García, *Vocal*
M.C. Luis R. Reveles Torres, *Vocal*

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS
Kilómetro 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo
Apartado Postal No. 18
Calera de V.R., Zac. 98500

Tel.: (478) 985-0198 y 985-0199
Fax: (478) 985-0363

Correo electrónico: dirección@inifapzac.sagarpa.gob.mx
Página WEB: <http://www.inifapzac.sagarpa.gob.mx>

Impresión realizada con recursos de los proyectos:
FPZ-04 y FPZ-068 financiados por FUNDACIÓN PRODUCE
ZACATECAS, A.C.

Esta publicación se terminó de imprimir en Junio del 2004
Tiraje: 250 ejemplares

FUNDACIÓN
PRODUCE *Zacatecas* A.C.

FUNDACIÓN PRODUCE ZACATECAS, A.C.

Calle Nueva Celaya #109 B y C

Col. Cinco Señores

Zacatecas, Zac.

Tel.: 01 (492) 925-2747

Fax: 01 (492) 922 5550

E-mail: funprozac@yahoo.com.mx