

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA

119/F350

15 Negro

FOMESAFEN: ACTIVIDAD BIOLÓGICA EN FRIJOL
(Phaseolus vulgaris L.) **Y RESIDUALIDAD EN ROTACION CON**
MAIZ (Zea mays L.)



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PRO. ESTONALES

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE :

MAESTRO EN CIENCIAS
EN PROTECCION VEGETAL

P R E S E N T A :

ANDRES BOLAÑOS ESPINOZA



Junio 22

CHAPINGO, MEX. 1989

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y por el Jurado Examinador, y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALISTA EN PROTECCION VEGETAL

Consejo Particular:

Consejero: M.C. Juan L. Medina Pitalúa

Asesor: M.C. Fernando Urzúa Soria

JURADO EXAMINADOR:

Presidente: M.C. Juan L. Medina Pitalúa

Secretario: Dr. Sebastián Romero Cova

Vocal: M.C. Juan Fdo. Solís Aguilar

Suplente: M.C. Felipe Carlos Viesca González

Suplente: M.C. Francisco Ponce González

Handwritten signatures of the jury members over horizontal lines. The signatures are: Juan L. Medina Pitalúa, Sebastián Romero Cova, Juan Fdo. Solís Aguilar, Felipe Carlos Viesca González, and Francisco Ponce González. The signature of Felipe Carlos Viesca González is written in a cursive style and includes the name 'Felipe Carlos Viesca González' written below it.

21859

AGRADECIMIENTOS

Al M.C. Juan L. Medina Pitalúa, por su acertada dirección para la realización de la presente.

Al M.C. Fernando Urzúa Soria, por su asesoría, orientación y atención brindada, para la culminación de este trabajo.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por brindarme la oportunidad para mi formación académica.

A el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, por las facilidades brindadas.

A los profesores: Dr. Sebastián Romero Cova, a los M.C. Felipe Carlos Viesca G. y Juan Fdo. Solís Aguilar, por la revisión y sugerencias al escrito final.

A los profesores de la maestría: por sus valiosos conocimientos y amistad.

A todas aquellas personas e instituciones que de alguna u otra forma participaron.

DEDICATORIA

A MIS PADRES: Que con sus buenos consejos y apoyo moral, han contribuido a mi formación.

A MI ESPOSA: Yemi, por su comprensión, amor y apoyo brindado, desde nuestra unión.

A MIS HIJOS: Nehibe y Edgar, por su cariño y amor, como ejemplo para su superación.

A LA MEMORIA DE MI HERMANO: Moisés †, y demás hermanos por su afecto.

A MI SUEGRA: Margarita (Q.D.E.P.), por su cariño y confianza. A mi suegro y cuñados por su amistad.

A MIS AMIGOS

A CHAPINGO

CONTENIDO

	PAGINA
RESUMEN -----	xi
I. INTRODUCCION -----	1
II. REVISION DE LITERATURA -----	4
2.1. Fomesafen -----	4
2.1.1. Origen -----	4
2.1.2. Propiedades químicas y físicas -----	4
2.1.2.1. Características del producto puro-----	5
2.1.2.2. Características del producto formu lado -----	6
2.1.3. Absorción -----	7
2.1.4. Mecanismo de acción -----	7
2.1.5. Sintomatología -----	8
2.1.6. Tolerancia por los cultivos -----	9
2.1.7. Efectividad en maleza -----	14
2.1.8. Dosis de fomesafen y efectos de mezclas con otros herbicidas -----	18
2.1.9. Volumen de aspersion -----	22
2.1.10. Efecto de los factores ambientales de fomesa- safen -----	23
2.1.11. Residuos de herbicidas -----	26
2.1.11.1. Métodos para detectar residuos de herbicidas en suelos -----	27
2.1.11.1.1. Bioensayos -----	27
2.1.11.1.2. Métodos analíticos ---	28
2.1.11.1.3. Residuos de fomesafen-----	29

	PAGINA
3.3.11. Variables evaluadas en frijol -----	42
3.3.11.1. Fitotoxicidad del fomesafen en frijol -----	42
3.3.11.2. Identificación de maleza -----	42
3.3.11.3. Control de maleza -----	43
3.3.11.4. Vainas por planta -----	43
3.3.11.5. Rendimiento -----	43
3.3.12. Control de plagas y enfermedades -----	44
3.3.12.1. Roedores -----	44
3.3.12.2. Insectos -----	44
3.3.12.3. Enfermedades -----	44
3.4. Fase de invernadero -----	45
3.4.1. Maíz (bioensayos) -----	45
3.4.2. Metodología -----	45
3.4.3. Variables evaluadas en maíz -----	46
3.4.4. Interacción suelo-residuos de herbicidas --	46
3.5. Efectos de residuos de fomesafen en girasol -----	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSION -----	48
4.1. Frijol -----	48
4.1.1. Fitotoxicidad del fomesafen -----	48
4.1.2. Identificación de maleza -----	49
4.1.3. Experimento 1 -----	49
4.1.3.1. Control de maleza -----	49
4.1.3.2. Interacción clima-control de maleza -----	52
4.1.3.3. Rendimiento y vainas por planta --	53

	PAGINA
4.1.4. Experimento 2 -----	55
4.1.4.1. Control de maleza -----	55
4.1.4.2. Interacción clima-control de ma leza -----	56
4.1.4.3. Rendimiento y vainas por planta	57
4.1.5. Experimento 3 -----	58
4.1.5.1. Control de maleza -----	58
4.1.5.2. Interacción clima-control de ma leza -----	59
4.1.5.3. Rendimiento y vainas por planta	60
4.1.6. Volumen asperjado-control de maleza ----	61
4.1.7. Control de coquillo -----	62
4.1.8. Control de gramíneas -----	63
4.1.9. Interacción maleza-patógenos-----	64
4.2. Efecto residual de fomesafen en postcosecha de frijol -----	64
4.3. Residualidad y fitotoxicidad de fomesafen en maíz -----	67
4.4. Efecto de sistemas de labranza sobre residuos de fomesafen -----	69
4.5. Efecto de residuos de fomesafen en girasol ----	71
V. CONCLUSIONES -----	73
VI. BIBLIOGRAFIA -----	75
VII. APENDICE -----	82

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

FIGURA		PAGINA
1	Distribución de los tratamientos en el primer experimento en frijol. Chapingo, México, 1987.	39
2	Distribución de los tratamientos para el segundo experimento en frijol. Chapingo, México, 1988. -	39
3	Distribución de los tratamientos para el tercer experimento en frijol. Chapingo, México, 1988.--	41
4	Distribución de los tratamientos del experimento en maíz sembrado en postcosecha del frijol. Chapingo, México. 1988. -----	41
CUADRO		
1	Tratamientos evaluados en el primer experimento de frijol. Chapingo, México. 1987. -----	37
2	Tratamientos evaluados en el segundo y tercer experimento de frijol. Chapingo, México. 1988. ---	38
3	Diversidad y porcentaje de la densidad total de maleza presente en los tres experimentos en frijol. Chapingo, México. 1987-1988. -----	50
4	Porcentaje de control de achual (<i>Simsia amplexicaulis</i>), en el primer experimento en frijol. Chapingo, México. 1987. -----	51
5	Comparación de medias (Tukey), del número de vainas y rendimiento (kg/ha), del primer experimento en frijol. Chapingo, México. 1988:-----	54
6	Porcentaje de control de achual (<i>S. amplexicaulis</i>), en el segundo experimento en frijol. Chapingo, México. 1988. -----	55
7	Comparación de medias (Tukey), del número de vainas y rendimiento (kg/ha), del segundo experimento en frijol. Chapingo, México. 1988. -----	57

CUADRO

PAGINA

8	Porcentaje de control de acahual (<i>S. amplexicaulis</i>), en el tercer experimento en frijol. Chapingo, México. 1988. -----	59
9	Comparación de medias (Tukey) del número de vainas y rendimiento (kg/ha), del tercer experimento de frijol. Chapingo, México. 1988. -----	61
10	Comparación de medias (Tukey) de peso fresco y seco (gr) de maíz, sembrado 123 días después de la aplicación de los tratamientos de fomesafen. Chapingo, México. 1988. -----	66
11	Comparación de medias (Tukey) de peso seco (gr.) de maíz, sembrado 220 días después de la aplicación de los tratamientos de fomesafen sobre suelo arenoso y arcilloso. Chapingo, México. 1988. -----	68
12	Comparación de medias (Tukey) de peso seco (gr.) de maíz, sembrado a los 38 días postcosecha de frijol y 131 días después de la aplicación de los tratamientos en dos sistemas de labranza. Chapingo, México. 1988. -----	70

RESUMEN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al igual que otras leguminosas, es fuente de proteínas, carbohidratos, grasas, minerales y energía para la alimentación humana. Su producción se ve afectada por diversos factores; entre otros, aquellos ocasionados por la presencia de maleza, durante el desarrollo del cultivo. Para su control se ha hecho uso de diversas alternativas, siendo una de ellas el empleo de sustancias químicas (herbicidas); sin embargo, cuando estos son aplicados en preemergencia o postemergencia al cultivo, tienen el inconveniente de no presentar selectividad completa y causan diversos grados de fitotoxicidad; o por el contrario, los productos que poseen esta cualidad, muestran un control deficiente de la maleza. Además, su prolongada persistencia en el suelo puede originar daños en rotaciones de cultivos, ocasionar sustituciones de poblaciones de maleza y tener un efecto a largo plazo en la flora benéfica del suelo.

Por lo antes mencionado, se planteó el presente estudio cuyos objetivos fueron: evaluar la selectividad de fomesafen en el cultivo de frijol, determinar la dosis óptima del producto para el control de maleza latifoliada, cuantificar pérdidas en la producción con uso de prácticas regiones y sin control, evaluar la persistencia del producto en el suelo y estudiar los factores climáticos y edáficos que influyan en la actividad del herbicida.

El estudio se realizó en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, de mayo de 1987 a octubre de 1988, período en el que se establecieron tres experimentos de frijol var. "canario 101" y uno de maíz (H-28); al mismo tiempo se condujeron cinco bioensayos. Los diseños fueron "bloques al azar" y bloques al azar con parcelas divididas. La unidad experimental estuvo compuesta por cinco surcos de 0.6 m de separación; y 5.0 m de largo; como parcela útil se tomaron los tres surcos del centro.

Los tratamientos involucrados en el primer año de estudio fueron: fomesafen (0.125, 0.187, 0.250, 0.312, 0.375, 0.437 y 0.5 kg. i.a./ha), además de los testigos regional, siempre limpio y enmalezado. En el segundo año para los dos experimentos de frijol se evaluaron diez tratamientos a base de fomesafen, cuyas dosis fueron: 0.187, 0.250, 0.312, 0.375, 0.437, 0.500, 0.562, 0.625, 0.687, 0.750 kg i.a./ha. Para evaluar efectos residuales del químico, en postcosecha de uno de estos experimentos se sembró maíz en dos sistemas de labranza (cero y mínima).

Para medir el efecto de los tratamientos en frijol se tomaron en cuenta las variables siguientes: fitotoxicidad, control de maleza, vainas por planta y rendimiento. Para los bioensayos de maíz en invernadero y en campo se consideró: % de germinación, sintomatología aérea y producción de biomasa (peso fresco y seco).

Hechos los análisis e interpretados los resultados se encontró que: no hubo efecto fitotóxico del fomesafen en todas las dosis en el cultivo de frijol. La maleza dominante en el estudio incluye cuatro familias: Compositae, Amarantaceae, Gramineae y Cyperaceae. Respecto a

control de maleza se obtuvo que la dosis óptima es de 0.375 kg. de fomesafen; sin embargo, cuando la humedad relativa y la humedad del suelo son altas (factores con mayor influencia en la actividad del producto) se sugiere aplicar 0.250 kg/ha. En dosis de 0.125, 0.187 y 0.250 kg/ha, y con poca precipitación y baja humedad relativa, se presentó rebrotamiento de *Simsia amplexicaulis*, y en menor grado *Amaranthus hybridus*.

El coquillo (*Cyperus esculentus* L.) fue severamente afectado, tanto en su parte aérea (follaje), como en la parte subterránea (tubérculos, bulbos y rizomas), por los tratamientos de fomesafen en las dosis de 0.625, 0.687 y 0.750 kg/ha.

Por el efecto de la maleza la producción de frijol fue reducida hasta en un 98%, donde no se realizaron medidas de control, además de propiciar altos grados de infección por antracnosis (*Collectotrichum lindemuthianum*), y dificultar la cosecha.

No se detectaron residuos significativos de fomesafen al sembrar maíz, a los 82, 108 y 123 días después de la aplicación. Tampoco hubo efecto de sistemas de labranza en la persistencia de fomesafen. Sin embargo, las siembras de girasol a 250 días después de la aplicación mostraron alto grado de fitotoxicidad. De igual forma, las siembras de maíz hechas en suelo tratado intencionalmente con fomesafen, no presentaron ningún daño a la germinación, pero sí les causó la muerte después de la emergencia; estos efectos fueron manifestados durante siete meses en los dos tipos de suelo (arenoso y arcilloso). A partir del octavo mes, se observaron diferencias de efectos fitotóxicos en la siembra de maíz, siendo estos más severos en las dosis altas y con mayor persistencia en el suelo arcilloso.

1. INTRODUCCION

El frijol, al igual que otras leguminosas y cereales es fuente de protefna para la alimentación humana y animal, además de su alto contenido de carbohidratos, grasas y minerales (Reyes, 1985). En México, este ocupa el segundo lugar en importancia, tanto por la superficie que se cultiva, como por el consumo percapita 19.5 kg (Lépiz, 1980).

Durante el ciclo primavera-verano de 1987, se cosechó una superficie de 1,583 445 hectáreas, con una producción de 801, 808 toneladas y rendimiento medio de 506 kg/ha. con un total de producción de \$801,968,361,600.00. Los estados con mayor superficie cultivada en orden de importancia son: Zacatecas, Durango, Chihuahua, Guanajuato, San Luis Potosí, Chiapas y Puebla (Dirección General de Política y Desarrollo Agropecuario y Forestal, 1987).

Los bajos rendimientos por unidad de superficie son atribuidos, entre otros factores a la escasa precipitación en la mayoría del área sembrada en condiciones de temporal, bajas densidades de población, carencia de uso de variedades mejoradas, desconocimiento del agricultor para el control de plagas y enfermedad y por la poca atención que se da al combate de la maleza durante el desarrollo, floración y fructificación de las plantas de frijol (Barreto, 1968; Lépiz, 1980 y Reyes, 1985).

La maleza presenta una serie de características que las hacen importantes desde el punto de vista agronómico, tales como: producción abundante de semillas, rápido establecimiento de sus poblaciones, dormancia de las semillas, larga supervivencia de sus semillas enterradas, adaptaciones para su diseminación, presencia de estructuras vegetativas reproductivas y la capacidad de ocupar sitios perturbados por las actividades del hombre (Ross y Lembi, 1985).

La importancia del control de la maleza en la producción mundial de alimentos está firmemente sustentada; ya que para lograr una producción económicamente rentable y de calidad es necesaria de esta práctica, tal hecho es reconocido por naciones desarrolladas agrícolamente. Para muchas naciones que tratan de alcanzar el autoabastecimiento de productos agrícolas, las pérdidas causadas por la maleza han ido en aumento, retrasando el logro de tales objetivos (Burriel et al. 1977).

Para minimizar el efecto ocasionado por la maleza, el hombre emplea numerosos métodos, algunos de desarrollo temprano en la historia de la agricultura, y otros más recientes, fruto del avance en las áreas de química, electrónica e ingeniería mecánica (Tasistro, sin fecha).

El uso de los químicos durante los dos últimos decenios ha tenido un incremento rápido para el control de plagas y específicamente el empleo de herbicidas para el control de maleza (Eagle, 1981). Sin embargo, cuando estos son aplicados en preemergencia o postemergencia al cultivo, de frijol no presentan completa selectividad, por lo que pueden causar diversos grados de fitotoxicidad para las plantas; o en su defecto, cuando estos cumplen con esta cualidad, muestran con-

trol deficiente de maleza, debido a que requieren de condiciones ambientales específicas, para una buena actividad.

De la misma manera, la prolongada persistencia de los herbicidas en el suelo, puede originar problemas en rotaciones de cultivos, incrementar la resistencia por parte de la maleza y ocasionar sustituciones de poblaciones; además, los residuos pueden ser absorbidos por otras plantas que suceden al cultivo tratado y para el cual no se hubiera establecido las correspondientes tolerancias de ese plaguicida; pueden tener también efecto a largo plazo en la flora benéfica del suelo (Marsico, 1980; Eagle, 1981; Klingman y Ashton, 1984).

Por lo anteriormente expuesto se planteó el presente estudio, cuyos objetivos fueron los siguientes:

- Estudiar la selectividad de fomesafen en el cultivo de frijol.
- Cuantificar las pérdidas de rendimiento, ocasionadas por la competencia de la maleza cuando no se llevan a cabo medidas de control.
- Comparar las prácticas de control regionales con el uso de tratamientos herbicidas.
- Determinar la dosis óptima de fomesafen para el control de la maleza.
- Evaluar la persistencia de fomesafen en el suelo, cuando se aplica en frijol, con la finalidad de prever daños al rotar con maíz.
- Estudiar algunos de los factores climáticos y edáficos con posibles efectos en la actividad y residualidad de fomesafen.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Fomesafen

2.1.1. Origen

Los herbicidas de tipo difenil éter, son empleados para el control de muchas especies de plantas nocivas anuales, en aplicaciones de preemergencia o postemergencia temprana, en diversos cultivos (Ashton y Crafts, 1981).

Durante 1977 fue evaluado un nuevo herbicida difenil éter bajo el código número pp021, registrado con el nombre común de fomesafen, el cual fue desarrollado como herbicida de postemergencia para el control de maleza de hoja ancha en el cultivo de soya (Colby, et al., 1983).

Pavese y Phillips (1984) mencionan que el programa de evaluación de fomesafen, en Argentina se inicia en 1979/80, persiguiendo los siguientes objetivos: definir la dosis para controlar maleza de especies como *Datura ferox*, *Amaranthus* sp y *Chenopodium* sp, que escapan a tratamientos de herbicidas convencionales de presembrado y preemergencia; comparar el comportamiento de fomesafen, con la actividad que tiene acifluorfen y bentazona; y definir la selectividad de fomesafen en soya.

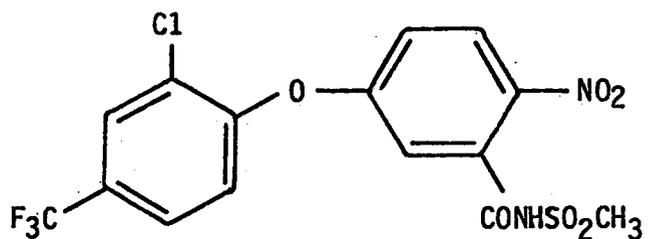
2.1.2. Propiedades químicas y físicas

Según el Boletín Técnico de ICI "Fomesafen" (Anónimo, 1983), y Sousa y Noedi (1985), este producto presenta las siguientes caracterís-

tics:

2.1.2.1. Características del producto puro

Grupo químico:	difenil-éteres
Nombre químico:	5-(2-cloro-4-(Trifluorometil) fenoxi)- N-metilsulfonil-2-nitrobenzamida.
Nombre común:	fomesafen
Nombre comercial:	Flex ^(R)
Número de código:	pp021
Peso molecular:	438.5
Fórmula-estructural:	



Aspecto:	Sólido cristalino blanco
Punto de fusión:	220-221°C
Densidad:	1.28 g/cm ³ a 20°C
Estabilidad:	Estable durante más de seis meses a 50°C
Solubilidad en agua:	Menor de 10 ppm a pH 1 a 2. Soluble en una variedad de solventes orgáni- cos.
Presión de vapor:	En estudio.

2.1.2.2. Características del producto formulado

Formulación:	Concentrado acuoso, 250 g/l
Aspecto:	Líquido límpido de color amarillo claro.
Inflamabilidad:	NO flamable
Densidad:	$1.07 \pm 0.01 \text{ g/cm}^3$ a 20°C
pH:	7
Estabilidad:	Estable hasta 2 años a 25°C Estable hasta 1 año a 37°C Estable hasta 6 meses a 50°C
Compatibilidad:	Compatible con los gramínicos post-emergentes fluazifop-butil y sethoxydim.
Corrosividad:	No corrosivo
Limpieza del equipo de aplicación:	Lavar bien con agua y detergente de 0.25 a 0.5%.

De igual forma Rose y Riabov (1985) señalan que el Reflex^(R) 2 LC (fomesafen), es formulado como un líquido soluble, que contiene dos libras de ingrediente activo (i.a.) por galón. El i.a. es un sólido blanco cristalino con punto de fusión de 220 a 221°C y solubilidad de 10 mg/l de agua en el caso de la formulación ácida y 600 g/l cuando es formulado como sal sódica.

Por su parte, Colby (1983) indica que la formulación de fomesa fen contiene 240 g de i.a./l y que se recomienda la adición de 0.25% v/v de un surfactante no iónico a la mezcla de tanque.

2.1.3. Absorción

Ashton y Crafts (1981) señalan que los herbicidas del grupo difenil éteres son absorbidos por hojas y raíces, pero que presentan translocación muy corta desde los puntos de absorción a otras partes de la planta.

De igual forma, el fomesafen como parte de este grupo, se absorbe por hojas y raíces, pero tiene una corta translocación (Sousa y Noedi, 1985). Debido a ello, para obtener buenos resultados de control de la maleza se debe cubrir perfectamente con la aspersion la superficie de las hojas, axilas y ápices de crecimiento (ICI, 1983).

2.1.4. Mecanismos de acción

La investigación sobre el mecanismo de acción de los herbicidas tipo difenil-éter es limitada. Moreland et al. (1970), citados por Ashton y Crafts (1981), investigaron los efectos de nitrofen, fluorodifen y otros herbicidas de este grupo, sobre reacciones en cloroplastos y mitocondrias. Encontrando que todos los compuestos actuaron principalmente como inhibidores de cloroplastos, en el transporte de electrones monocíclicos acopladores de la fosforilación. Concluyen que tales compuestos interfieren con la generación de ATP, y podría ser uno de los mecanismos por el cual la fitotoxicidad de los herbicidas difenil-eter

se manifiesta.

Ridley (1983) indica que, a diferencia del nitrofen, el fomesafen no inhibe la transferencia de energía a longitudes de onda por arriba de 50 microm , y que tiene poco efecto en el transporte de electrones en cloroplastos de chícharo. Sin embargo, señala que ambos compuestos estimularon la entrada de oxígeno en el pseudociclo de transporte de electrones, pero ésta estimulación fue disminuida cuando las lamelas fueron lavadas con EDTA (ácido etilendiamino-tetracético). Menciona que ambos compuestos también estimularon la producción de superóxido, cuando el sistema de transporte de electrones fue funcional, pero no en presencia de DCMU 3 (3,4 diclorofenol)-1,1 dimetilurea.

Sousa y Noedi (1985) mencionan que fomesafen ejerce su acción principal sobre el mecanismo fotosintético, en donde la fotosíntesis es alterada por la generación de radicales "super-óxido" en los cloroplastos.

Otros estudios muestran que la tolerancia de soya al herbicida se debe a su capacidad de romper rápidamente el enlace de éter difenílico del fomesafen para formar metabolitos inactivos (ICI, 1983).

2.1.5. Sintomatología

Los herbicidas de tipo difenil éter inducen clorosis y necrosis cuando se aplican a las hojas, lo cual ha sido atribuido a la pérdida de la integridad de la membrana (Ashton y Crafts, 1981).

Otros estudios señalan, que después de la absorción foliar en especies sensibles, rápidamente aparece necrosis provocada por la desecación de los tejidos y finalmente la muerte de la planta. A pesar de que la soya resiste dosis de fomesafen mucho más altas que las que se necesitan para el control de la maleza, puede presentar cierto grado de moteado, deformación y arrugamiento transitorio de las hojas, en algunos casos asociado con leve clorosis. Estos síntomas se observan con altas dosis de herbicida combinado con elevados niveles de humectante (ICI, 1983).

2.1.6. Tolerancia por los cultivos

El cultivo de soya ha mostrado ser resistente al fomesafen a dosis de hasta 4.0 kg/ha. En estudios preliminares, se apreció tolerancia por parte de frijoles del género *Phaseolus*, incluyendo frijoles verdes y blancos; y en cultivos de cobertura de leguminosas *Pueraria* y *Calapogonium* (ICI, 1983).

Lake et al. (1987) condujeron experimentos de campo durante el ciclo 1985-1986, donde evaluaron a FP 282 (0.08 kg de fomesafen + 0.4 de terbutrina/ha), en el cultivo de chícharo. Señalan que las dosis de aplicación dependieron del tipo de suelo y que el producto no fue fitotóxico, cuando se aplico antes de la emergencia del cultivo; además, incremento los rendimientos en todos los tipos de suelo. Indican también, que aplicado en preemergencia a las dosis recomendadas en el cultivo de chícharo, dio un control efectivo de amplio rango de maleza e igualó a los productos testigos empleados: Terbutrina + Terbuthylazina y Trietazina + simazina.

Graph et al. (1985) señalan en un estudio sobre selectividad, que las aplicaciones preemergentes de fomesafen fueron selectivas a *Vicia sativa* c.v. Yovel. Otros estudios aseveran que tratamientos de fomesafen en preemergencia, mostraron selectividad a los cultivos de algodón, alverjón, garbanzo y frijoles. También indican que con tratamientos de postemergencia se obtuvo buena selectividad hacia las especies de frijol (Kleifeld, et al. 1985).

Popescu, et al. (1983) llevaron a cabo una evaluación con la finalidad de conocer la actividad y efecto de los herbicidas bentazona, acifluorfen y fomesafen, comparados con metribuzina. Encontraron que los tres productos primeros, causaron quemaduras en hojas de soya cuando éstos se aplicaron en días calurosos, pero que el daño desapareció de 15 a 20 días después.

Vidal et al. (1984) encontraron en diferentes lugares de Brasil que aplicaciones postemergentes de fomesafen en diversas dosis fueron selectivas al cultivo, mientras que acifluorfen presentó fitotoxicidad de 19% a los siete días después de la aplicación.

Silva y Silva realizaron un estudio en el que concluyen que fomesafen no tuvo control alguno para gramíneas, en cambio controló en forma eficiente a *Amaranthus* sp, así como a otras especies dicotiledóneas presentes. No obstante, cuando aplicado sólo o en mezcla con los graminicidas, causó fitotoxicidad

a plantas de frijol cuando éstas presentaban tres trifolios, aunque posteriormente se recuperaron en los diez días siguientes.

Soares y Vidal (1984) observaron que al aplicar fomesafen en dosis de 250 gr i.a./ha, causó baja fitotoxicidad al cultivo, la cual varió de 5 a 20% a los siete días después de la aplicación y desapareció antes de los 15 días sin observarse diferencias de comportamiento entre los cultivares.

Otros trabajos con fomesafen y acifluorfen, a dosis de 0.125, 0.187 y 0.375 kg i.a./ha, muestran que fomesafen fue en todos los casos, dos veces menos fitotóxico para el cultivo de soya que acifluorfen (7-12% y de 7-21% respectivamente), a dosis y volúmenes de aplicación equivalentes pudiendo recuperarse más tarde (ICI, 1983).

Dower et al. (1984) mencionan que fomesafen (200 y 250 g i.a./ha) fue el menos fitotóxico, y que los tratamientos más fitotóxicos fueron bentazona (720 g i.a./ha) + mefluidide (360 g i.a./ha), diclo-methyl (1080 g i.a./ha) y acifluorfen sódico (320 g i.a./ha); sin embargo, indican que este daño es aceptable en la práctica.

Se encontró que la fitotoxicidad provocada por dosis de fomesafen que variaron de 200 a 500 g i.a./ha, no fue acentuada, y varió de 4.8 a 5.6, en la escala de ALAM, intermedia entre la fitotoxicidad resultante de acifluorfen y bentazona. Señalaron, también que a pesar de no diferir estadísticamente los herbicidas estudiados, fomesafen puede constituir nueva opción para el control de maleza de hoja ancha en el cultivo de soya (Ruedel, 1984).

Esau y Rumney (1985) conformaron la completa tolerancia de fomesafen aplicado en postemergencia en cinco tipos de frijol (*Phaseolus vulgaris*), controlando en forma eficiente a *Amaranthus retroflexus* y *Portulaca oleracea*, pero el control de *Chenopodium album* fue marginal.

Guimares (1986), observó que lactofen (0.18 kg/ha), causó fitotoxicidad temporal de 37%; por otro lado, los daños que causaron dinoseb, fomesafen, acifluorfen y chlorimuron-ethyl fueron menos pronunciados. Además, indica que bentazona fue el herbicida con menor índice de fitotoxicidad aparente.

Almeida, et al. (1984) señalan que fomesafen en dosis de 0.375, 0.437 y 0.500 kg/ha y acifluorfen a 0.250 y 0.300 kg/ha, dieron buena selectividad para el cultivo de soya c.v. Paraná. Sin embargo, hacen notar que hubo ligera fitotoxicidad, cuando la

aplicación se realizó en cultivos que presentaban un segundo trifolio, y más acentuada en cultivos de cinco trifolios. Las plantas del cultivo se recuperan en los siguientes quince días.

Bullock et al. (1986) aseveran que fomesafen aplicado en preemergencia en el cultivo de piña, a dosis de 0.5 lb/ha y repetido en postemergencia, dió el mejor control en malezas tales como *Digitaria sanguinalis*, *Cyperus esculentus* y *Portulaca oleracea*, además de haber mostrado buena selectividad. En cambio 1.0 kg/ha de EPTC y 250 gr/ha de acifluorfen, mostraron ser fitotóxicos, con retraso en el crecimiento del cultivo.

En otra evaluación, se probaron nueve herbicidas en girasol (*Helianthus annuus* L.) encontrándose que los mejores rendimientos de semilla fueron obtenidos con 2.8 kg de EPTC en presiembra incorporado, 0.75 kg de linuron, y 0.5 kg de linuron + 1.2 de metolaclor/ha, estos últimos en preemergencia. En cambio el número de cabezuelas fue reducido al aplicar de 0.5 a 1.0 kg de fomesafen en presiembra, 1.0 kg de fomesafen en preemergencia y 0.25 kg de fomesafen + 0.5 kg/ha de fluazifop-butyl en postemergencia (Ríos y Giménez, 1985).

Teasdale (1987) determinó la selectividad a herbicidas del grupo difenil éter entre *Lycopersicum esculentum* y *Solanum ptycanthum*. Los herbicidas que estudió fueron: acifluorfen, fluoroglycofen, fomesafen y lactofen, observando que la selectividad relativa de esos herbicidas para ambas especies fue en el siguiente orden: lactofen, fluoroglycofen, fomesafen y acifluorfen. Sin embargo, *L. esculentum* fue significativamente más resistente que *S. ptycanthum* a acifluorfen, fluoroglycofen y lactofen; pero no hubo diferencias entre especies en la respuesta a fomesa-

fen. Asimismo señala, que en la dosis requerida para un control satisfactorio de la maleza, se redujo el peso del tomate en 10%, y el peso de *S. ptycanthum* se redujo en 48, 32, 20 y 5% por efecto de acifluorfen, fluoroglycofen, lactofen y fomesafen, respectivamente.

Esau y Rumney (1985) evaluaron doce herbicidas aplicados en pre-emergencia de papa cultivares Russet y Burbank, y encontraron que los herbicidas fluclocloridon, fomesafen y lactofen dieron rendimientos equivalentes al tratamiento testigo que fue EPTC + metribuzin incorporado antes de la siembra.

Por su parte Guy y Talbert (1985), de quince herbicidas que evaluaron, encontraron que fenmedifan, lactofen y fomesafen, mostraron buenas características para ser candidatos como posibles herbicidas en el control de maleza de hoja ancha en el cultivo de fresa.

2.1.7. Efectividad en maleza

Beale et al. (1985) indica que fomesafen en dosis de 0.28 a 0.56 kg dieron buen control de *Abutilon theophrasti*, *Chenopodium album*, *Cyperus esculentus* e *Ipomoea hederacea* y mezclado con 0.28 - 0.70 kg/ha de acifluorfen controló *Panicum dichotomiflorum*.

Velloso (1984) instaló un experimento en soja cv. BR4, sembrado conjuntamente con la maleza *Brachiaria plantaginea* en donde evaluó la eficiencia de herbicidas preemergentes y postemergentes. Las variables que consideró fueron: número de plantas/m² de *B. plantaginea*, porcentaje de control, altura de planta y número de plantas de soja/m². Encontró

que de los tratamientos incluidos, la mezcla más promisorio fue fluazifop-butyl + fomesafen (0.31 + 0.25 kg/ha).

Popescu et al. (1983) obtuvieron buen control de *Solanum nigrum*, *Hibiscus trionum*, *Abutilon theophrasti*, *Chenopodium album* y otras especies de maleza con aplicaciones postemergentes de los herbicidas fomesafen, acifluorfen y bentazona.

La mezcla de fomesafen y fluozifop - butyl (0.25 + 0.5 kg/ha) controló en forma excelente a *Abutilon theophrasti*, *Xanthium pensylvanicum*, *Ipomoea* spp. y *Chenopodium album*, cuando se aplicó en postemergencia en el cultivo de soya (Shoham, et al. (1983). Los mismos autores indican que la mezcla de 0.5 kg/ha de cada producto, obtuvo control deficiente (60-70%) de *Brachiaria plantaginea* y *Euphorbia heterophylla*.

Soares y Vidal (1984) realizaron pruebas para evaluar la eficacia de fomesafen a 250 g i.a./ha, y obtuvieron un control mayor al 85% para *Euphorbia heterophylla* en estado de 4 hojas, y excelente control de *Bidens pilosa* y *Amaranthus* sp. cuando estas tenían 6 hojas; cabe señalar que usaron equipo montado en tractor, boquillas 8003 y 11003, una presión de 60 lb/pulgada cuadrada y un gasto de 250 a 300 l/ha.

Pavese y Phillips (1984) efectuaron ensayos para comparar la actividad biológica de fomesafen y acifluorfen. Encontraron que el primer producto en dosis de 0.375 kg i.a./ha dió un control aceptable (91%) de *Amaranthus* spp cuando esta presentaba de 10-40 cm; en cambio el segundo herbicida a una dosis equivalente sólo presentó un control de 80%. Tam-

bién señalan que cuando fomesafen fue aplicado a razón de 0.125 kg i.a./ha, controló satisfactoriamente a *Chenopodium* spp, en estado de 3-4 cm, y requirió una dosis de 0.187 para controlarla en un estado de 5-6 cm.

Dower, et al. (1984) condujeron un experimento en Brasil, para evaluar la eficacia de control de fomesafen y otros herbicidas. Señalan que el fomesafen en dosis de 200 y 250 g de i.a./ha controló en forma eficiente a las especies nocivas predominantes en el estudio, las cuales fueron *Acanthospermum hyspidum* y *Commelina virginica*.

Estudios realizados por Retzinger et al. (1986) indican que el control de maleza en soya con fomesafen fue igualmente efectivo que el obtenido con acifluorfen, para las siguientes especies: *Galinsoga* sp, *Ipomoea hederacea* var. *integriuscula*, *Sesbania* sp, *Amaranthus* sp y *Xanthium* sp. Además señalan que el control de *Sida spinosa* se incrementó de 79 a 93% cuando el fomesafen fue mezclado con bentazona o imazaquin.

Los tratamientos de postemergencia con fomesafen (0.28 kg/ha), que siguieron a la aplicación preemergente de alachlor (1.56 kg/ha), dieron buen control de *Amaranthus retroflexus*, pero no de *Chenopodium album* (Ilnicki, et al. 1985). En las parcelas que no se aplicó alachlor, predominó el zacate *Panicum dichotomiflorum*, que no fue controlado por fomesafen.

Griffin et al. (1986) evaluaron los efectos de espaciamiento entre hileras, sistemas de labranza y los herbicidas alachlor + metribuzin (2.24 + 0.42 kg/ha), en preemergencia; pendi-

methalín + imazaquin (0.84 + 0.14 kg/ha) en preemergencia; y fomesafen (0.42 kg/ha) seguido por fluazifop-butyl) (0.2 kg/ha) en postemergencia. Detectaron que los tres tratamientos proporcionaron buen control de maleza y no observaron diferencias significativas en rendimiento de soya, ni en espaciamiento y sistemas de labranza.

Para poder controlar maleza resistente a metribuzin tales como *Xanthium italicum*, *Sinapis arvensis* y *Solanum nigrum*, Dinu et al. (1986), condujeron experimentos en soya donde aplicaron fomesafen, bentazona, acifluorfen y chloramben. Encontraron que los mejores tratamientos fueron obtenidos con bentazona en dosis de 0.96 kg/ha y con fomesafen a 0.5 kg/ha. Así, recomiendan para cultivos infestados con estas especies, dos tratamientos secuenciados a base de bentazona o fomesafen.

Resultados de experimentos conducidos por Kitchen et al. (1984) indican que 0.28 kg de fomesafen dieron 100% de control de *Sesbania exaltata*, asperjado cuando ésta tenía de 5 a 7 hojas. Además señalan que también se logró excelente control de *Xanthium strumarium*.

Silva et al. (1986) observaron que el mejor tratamiento para *Acanthospermum australe* fue haloxifop-metil (100 ó 120 g/ha) + fomesafen (250 g/ha), aplicados cuando hubo condiciones ambientales normales de humedad relativa y temperatura. Indican que se presentó una precipitación de 58 mm siete días antes y 15 mm tres días después de la aplicación.

Por su parte, Rezende, Buendía y Sousa (1984), llevaron a cabo tres experimentos, donde evaluaron los tratamientos siguientes: metribuzin, linuron, chloramben, bentazona + Agral 90 (0.1%), acifluorfen sódico y Aterbane (0.25%), binefox, cyanazine, fomesafen + Agral 90 (0.1%) y testigos con y sin maleza. La maleza presente fue *Sida* sp, *Alternanthera ficoidea*, *Richardia brasiliensis*, *Amaranthus* sp, *Ageratum conyzoides*, *Commelina* sp, *Nicandra physaloides* y *Galinsoga parviflora*. Señalan en forma general que todos los tratamientos mostraron ser eficientes. Sin embargo, los que presentaron mejores espectros de acción fueron los difenil-éteres y chloramben.

2.1.8. Dosis de fomesafen y efectos de mezclas con otros herbicidas

Colby (1983), da resultados de avances en el control postemergente de maleza en soya, indicando que fomesafen en dosis de 0.14 a 0.28 kg/ha dió buen control de un amplio espectro de maleza de hoja ancha tales como *Ipomoea* sp, *Xanthium pensylvanicum*, *Abutilon theophrasti*, *Datura stramonium*, *Sida spinosa* y *Amaranthus retroflexus*.

Fomesafen en dosis de 100, 150, 200, 250 y 300 g de i.a./ha, fue evaluado y comparado con acifluorfen en dosis de 100, 150, 200 y 250 g de i.a./ha y se encontró que fomesafen fue más eficiente que acifluorfen, ya que controló un amplio espectro de maleza de hoja ancha, entre las que se cita *Bidens pilosa*, *Amaranthus* sp, *Commelina* sp, *Galinsoga parviflora*, *Rhaphanus raphanistrum* y *Portulaca oleracea* (Vidal et al. 1984).

Pavese y Phillips (1984), al comparar el comportamiento de fomesa fen con acifluorfen y bentazona, indican que fomesafen en dosis de 0.25, 0.50, 0.75 y 1.0 kg/ha fue superior en el control de *Chenopodium* spp, pa ra tres estados de crecimiento de la maleza (5, 10 y 20 cm de altura).

Con la finalidad de evaluar herbicidas postemergentes para el con trol de *Acanthospermum australe* en el cultivo de soya, Guimares (1986), condujo experimentos, en los que obtuvo los mejores resultados con dino seb en dosis de 0.56 a 1.0 kg/ha, dando un control de 100%; clorimuron etil (0.02 y 0.05 kg/ha) 93-100%; lactofen (0.18 kg) controló 70-86%; fo mesafen (0.23 y 0.25 kg/ha) 50-70; y fomesafen a 0.56 kg/ha controló 90%.

Newcomer y Banks (1986) realizaron un estudio donde evaluaron tres nuevos herbicidas en soyas cv. Duocrop y Wright sembradas sin labranza. Los tratamientos preemergentes incluyeron imazaquin a 0.07, 0.14 y 0.28 kg/ha; los graminicidas fueron mezclados con imazaquin (78% de control), y menor, en las mezclas con fomesafen (98%). El antagonismo de mezclas de acifluorfen + bentazona redujo el control a sólo 36% y el de fomesafen + bentazona a 70%.

Mezclas de tanque de 2,4-DB con otros herbicidas de hoja ancha ta les como acifluorfen, bentazona, clorimuron, lactofen, fomesafen e imaza quin, tuvieron un efecto aditivo (Hope, 1986). El mismo autor hace no tar que dichas mezclas mejoraron el control de *Ipomoea purpurea*, *Xanthium strumarium* y *Cassia obtusifolia* durante 1984 y de *I. purpurea*, *C. obtusifolia*, *Sida spinosa*, *Sesbania exaltata* y *Abutilon theophrasti* du rante 1985, cuando se compararon con herbicidas solos de hoja ancha.

Kleifeld et al. (1985) señalan que la mezcla de tanque de fomesafen con trifluralina, incorporados antes de la siembra, proporcionó amplio espectro de control de maleza, incluido *Solanum nigrum* y *Xanthium* spp, en el cultivo de algodón.

El reflex 2 LC (fomesafen) también puede usarse en mezclas de tanque con herbicidas graminicidas postemergentes, con lo cual se logra aumentar el espectro de control de la maleza (Rose y Riabov, 1985).

En otros experimentos llevados a cabo durante 1984 se encontró que combinaciones de alaclor con fomesafen o bentazona dieron buen control de especies tales como *Abutilon theophrasti*, *Chenopodium album*, *Cyperus esculentus* e *Ipomoea hederacea*, y no se observaron efectos sinérgicos (Beale, et al., 1985).

Shoham et al. (1983) mencionan que mezclas de tanque en aplicaciones de postemergencia temprana, con 0.25 a 0.5 kg/ha de fomesafen más fluazifop-butil a la misma dosis, dieron mejor control de un amplio espectro de maleza de hoja ancha, comparado con el obtenido con alaclor + metribuzin o alaclor + linuron, cuando éstos se aplicaron en preemergencia en el cultivo de soya, manejada en forma convencional o en condiciones de labranza cero.

Bianchi (1984) indica que el zacate johnson (*Sorghum halepense*) es altamente perjudicial en los cultivos de soya en Argentina; y que en numerosos lotes se presenta severa infestación de dicotiledóneas, especialmente *Datura ferax* y *Amaranthus quitensis*, lo cual hace necesario aplicar herbicidas para ambos tipos de maleza. Por tal motivo, evaluó la compatibilidad de los siguientes herbicidas: fluazifop (350 g/ha) se

thoxydim (644g/ha) y haloxyfop (180 g/ha), solos y en mezcla con bentazona (840 g/ha), acifluorfen (300 g/ha), fomesafen (250 g/ha) y benzofluorfen (60 g/ha). Menciona que a los 20 días no observó diferencias en el comportamiento entre los tratamientos; sin embargo a los 32 días se hizo evidente la incompatibilidad entre graminicidas y los de hoja ancha. Es así, que mientras con fluazifop-butil la maleza no muestra rebrotes, al mezclarse con los de hoja ancha, dan como promedio 19% de rebrote; en haloxyfop se observó 9% de rebrote y en sus combinaciones 28%, y para sethoxydim 34% y en sus combinaciones 80% de rebrote.

Souza (1986) evaluó herbicidas para hoja ancha tales como bentazona, fomesafen e imazaquin, solos y en mezclas con los graminicidas alloxidim sódico, sethoxydin, fluazifop-butil, clorazifop, quizá lofop-etil y fenoxaprop-etil. Observó que Alloxidim no fue eficiente y mostró antagonismo al mezclarse con herbicidas de hoja ancha. Este efecto también se hizo notar con sethoxydim, excepto al mezclarse con fomesafen.

Croaro (1986) obtuvo excelente control de *Bracharia plantaginea*, cuando aplicó haloxyfop-metyl en dosis de 100 y 120 g/ha, solo o mezclado en tanque con bentazona 720 g/ha o fomesafen a 250 g/ha. El autor menciona que las mezclas de fomesafen con los otros herbicidas no presentaron efectos antagónicos.

Xavier et al. (1984) obtuvieron control superior al 95% de *Portulaca alaracea* y *Solanum americanum* con aplicaciones de lactofen, fomesafen y bentazona. Sin embargo, al mezclar estos herbicidas con graminicidas, el control varió de 80 a 100%, tanto de gramíneas como de hoja ancha, con excepción de bentazona + alloxidim sódico + aceite, que mos-

tró ser ineficiente para ambas especies, indicando interacción negativa entre estos compuestos.

Silva et al. (1986), en estudios para aumentar la eficacia de fomesafen en el control de *Acanthospermum australe*, al mezclarlo con dinoseb-acetato, mostraron que de doce tratamientos evaluados los mejores fueron: fomesafen + dinoseb-acetato + aceite (200 g/ha + 245 g/ha + 0.5% v/v); fomesafen + dinoseb-acetato + surfactante (200 g/ha + 245 g/ha + 0.2% v/v); bentazona + dinoseb-acetato (480 g/ha + 245 g/ha); y dinoseb-acetato solo a 490 g/ha, los cuales dieron control superior al 95%, en maleza de 4 a 6 hojas. Concluyen que la actividad de fomesafen aumenta al mezclarse con dinoseb-acetato.

2.1.9. Volumen de aspersión

Aplicaciones de altos volúmenes de aspersión, han permitido mejorar la actividad de fomesafen; probablemente se deba a una mejor distribución de las gotas; la respuesta varía en función de la población de maleza, la fase de crecimiento y de la densidad de follaje. En general se recomiendan volúmenes de 250 a 350 l/ha, debiéndose considerar el mayor efecto de los volúmenes altos, con el aspecto práctico que favorece a los volúmenes medios y bajos (ICI, 1983).

Pearson y Bode (1985) realizaron tres experimentos de campo, en donde evaluaron 1.4 kg/ha de fomesafen, 0.5 kg/ha de haloxyfop-butil y 0.7 kg/ha de fluazifop-butil, para el control de *Abutilon theophrasti* y *Setaria* sp, en soya, con boquereles de abanico plano, de impacto (TK), de doble orificio, de cono hueco, atomizadores y boquillas rotativas. En

contraron que el control de *A. theophrasti* con fomesafen, aumentó significativamente cuando el volumen de agua se incrementó de 23 a 187 l/ha. También señalan que los boquereles de abanico plano, cono hueco y de impacto fueron significativamente superiores a los otros.

Pavese y Phillips (1984) condujeron experimentos de control de maleza en distintos estados de crecimiento, y evaluaron tres dosis de fomesafen y tres volúmenes de agua, comparado con las recomendaciones comunes de acifluorfen y bentazona. En cuatro de los seis ensayos, fomesafen a 0.125 kg de i.a./ha en 300 l de agua dió un control de maleza equivalente a 0.224 y 0.336 kg i.a./ha de acifluorfen. En los ensayos restantes, se requirió 0.250 y 0.375 kg/ha de fomesafen en 200 l de agua, para un control equivalente de acifluorfen de 0.336 kg/ha. La tendencia global fue que la actividad de fomesafen se incrementó con un aumento del volumen asperjado para todos los estados de crecimiento de la maleza.

2.1.10. Efecto de los factores ambientales en la actividad de fomesafen

El efecto de los factores ambientales sobre el control de la maleza aún no se tiene bien definido; sin embargo, las tendencias siguientes son evidentes: fomesafen es más eficaz contra maleza en crecimiento activo, es decir cuando la temperatura, la humedad del suelo y la humedad del aire, le son adecuadas para su desarrollo. Tales condiciones ambientales combinadas con alta insolación, son las que también causan más fitotoxicidad para el cultivo. Con baja humedad relativa (inferior al 45%) y poca humedad en el suelo, la actividad biológica se reduce, conduciendo a un control incompleto de la maleza o posterior rebrote de ésta. De igual forma, la precipitación que se tenga durante la primera semana después

de la aplicación transportará el fomesafen al suelo y facilitará el control de algunas especies de maleza que lo absorban por las raíces (ICI, 1983).

Rose y Riabov (1985) mencionan que la actividad foliar de fomesafen es afectada por las lluvias que caigan durante las cuatro horas siguientes a la aplicación.

Vidal et al. (1984) encontraron que condiciones ambientales adversas, tales como baja humedad del suelo y del aire, así como el estado de desarrollo de la maleza afectaron el comportamiento de fomesafen. También indican, que ensayos donde el producto fue aplicado en suelos secos, humedad relativa baja y maleza mostrando estrés hídrico, hubo baja eficiencia de control.

Resultados del estudio realizado por Soares y Vidal (1984), indican que cuando hubo buena humedad del suelo, y la maleza estaba en crecimiento activo, fomesafen controló perfectamente a *Bidens pilosa* cuando ésta tenía ocho hojas y a *Raphanus raphanistrum* cuando presentaba estado de diez hojas. En cambio cuando el suelo estaba seco y hubo baja humedad relativa, las plantas presentaron "strees" hídrico y el control de la maleza disminuyó, ocasionando rebrote.

Dower et al. (1984) condujeron experimentos en el cultivo de soya, donde evaluaron la eficacia de control de maleza, con herbicidas postemergentes tales como fomesafen, bentazona, fluaxifop-butyl, haloxyfop-metil, acifluorfen sódico, sethoxydim, bentazona + mefluidide, diclofop-methyl y testigos con y sin maleza. Las especies dominantes en el ensayo fueron

Acanthospermum hispidum y *Commelina virginica*. Encontraron que en función de la baja precipitación ocurrida durante los diez días posteriores a la aplicación, los tratamientos probablemente fueron perjudicados en cuanto a su eficacia de control de las especies señaladas.

Un ensayo para el control de la maleza en soya variedad IAC-4, fue realizado por Croaro (1986), al momento de la aplicación estaban presentes *Brachiaria plantaginea* (con 15 cm de altura) y *Euphorbia heterophylla* (con 8 cm de altura). Señala que la precipitación fue de 23 mm una semana antes de la aplicación y 121 mm dos semanas después, condiciones con las que obtuvo excelente control de *B. plantaginea* al aplicar haloxyfop-metil en dosis de 100 y 120 g/ha, solo o en mezcla de tanque con 720 g/ha de bentazona ó 250 g/ha de fomesafen.

Santos et al. (1986) señalan que, para el control de *Commelina difusa*, *Amaranthus* spp, *Alternanthera* sp, *Bidens pilosa*, *Sida* spp, *Ipomoea* sp y *Cyperus rotundus*, evaluaron los siguientes tratamientos: chlorimuron etil (10, 15, 20, 25, 30 y 35 g i.a./ha), lactofen, fomesafen y bentazona (0.75, 0.9 y 1.5 kg p.c./ha respectivamente) y mezclas de ellos. También indican que la humedad del suelo al momento de la aplicación era de 50% de la capacidad de campo, la temperatura del aire y del suelo de 28 a 31°C respectivamente. Encontraron que todos los tratamientos, con excepción de bentazona, fueron altamente eficientes en el control general de la maleza, excepto *C. rotundus*, además de que fomesafen no controló a *C. difusa*.

2.1.11. Residuos de herbicidas

Cualquiera que sea el método de aplicación de un herbicida, siempre una parte del producto llega al suelo; es decir, que aún en tratamientos al follaje, una porción del producto asperjado cae directa o indirectamente cuando es arrastrado por el efecto del lavado producido por lluvias (Marsico, 1980). El mismo autor indica que el período que un herbicida permanece activo en el suelo, suele expresarse por la cantidad de días que transcurren desde la aplicación del producto hasta que alcanza la mitad de la concentración inicial, y a este valor se le llama "vida media del herbicida" en el suelo o "persistencia".

El herbicida ideal para cultivos anuales debe permanecer activo solamente en el período de la siembra a la cosecha. Sin embargo, hay pocos herbicidas "ideales", y para evitar problemas debe tomarse en cuenta su residualidad, en diferentes condiciones ambientales antes de seleccionarlos para su aplicación (Burril, et al. 1977).

Klingman y Ashton (1984) mencionan que el tiempo que el herbicida permanece activo en el suelo es de suma importancia, ya que de ellos depende, en buena medida, el tiempo que la maleza podrá ser controlada. Si la residualidad es corta, se corre el riesgo de nuevas infestaciones; en cambio si es muy prolongada, podrá dañar a cultivos posteriores que sean sensibles.

A pesar de todo, la persistencia de los químicos, no es una propiedad específica de éstos, ya que depende de factores tales como tipo de suelo y condiciones ambientales después de la aplicación (Hurle y Walker, citados por Hance, 1980). Son siete los factores que influyen

en la residualidad de los herbicidas en el suelo: descomposición microbiana, descomposición química, adsorción por los coloides del suelo, lixiviación, volatilidad, fotodescomposición y remoción por las plantas (Klingman y Ashton, 1984).

2.1.11.1. Métodos para detectar residuos de herbicidas en suelos

2.1.11.1.1. Bioensayos. Burriil et al. (1977) señalan que la residualidad del herbicida puede ser examinada simultáneamente en campo y en invernadero por medio de bioensayos.

La validez del método de bioensayo, está basada en dos suposiciones: que la respuesta de una planta dada a un químico se incrementa proporcionalmente a la dosis suministrada dentro de los límites de la variación de ese genotipo; esas respuestas son reproducibles, cuando el material vegetal y las condiciones ambientales son las mismas (Freed, 1964).

Horowitz (1976) indica que las técnicas de bioensayo, están basadas en la respuesta de organismos seleccionados al químico: plantas superiores o microorganismos. También señala, que se usan mediciones de: germinación, peso y tamaño de partes de plantas, modificaciones en actividades fisiológicas (fotosíntesis, transpiración y síntomas típicos).

De igual forma, la Southern Weed Science Society 1977, citado por Medina (1985), menciona que el uso de bioensayos se aplica en investigación de herbicidas, con la finalidad de medir las respuestas biológicas de organismos vivos, en la determinación de un producto químico en algún sustrato, con plantas indicadoras específicas para cada herbicida (o gru

po químico), y de esta forma conocer su persistencia y movimiento en el suelo.

En campo, la residualidad puede estimarse directamente plantando especies susceptibles en cada parcela a diferentes intervalos; o pueden extraerse periódicamente muestras de suelo de las parcelas, transferidas al invernadero y sembrar especies indicadoras (Burriel et al., 1977; Holly y Roberts, 1963).

En invernadero, el suelo es tratado intencionalmente con los herbicidas, luego es sembrado con plantas indicadoras, para después medir la respuesta de la planta. El material puede o no ser incorporado al suelo, y repetir el procedimiento hasta que las plantas ya no presenten respuesta (Horowitz, 1976).

Burriel et al. (1977) mencionan tres géneros de plantas indicadoras para el grupo químico de herbicidas difenil-éteres, los cuales son *Cucumis*, *Echinochloa* y *Digitaria*. Olmi (1981) señala que la mejor especie indicadora para el herbicida nitrofen es *Fagopyrum esculentum*.

2.1.11.1.2. Métodos analíticos. Segura (1981) señala que para el análisis de residuos de plaguicidas, se requiere la determinación de cantidades muy pequeñas (hasta 10^{-18} - gramos), por lo que son necesarias técnicas modernas del análisis químico e instrumentos altamente sofisticados. Las técnicas cromatográficas en general son utilizadas en el análisis cuantitativo de residuos de plaguicidas y entre ellas, la cromatografía de gases es la más usada, principalmente por su gran sensibilidad para detectar microcantidades. También las técnicas espectroscópicas

son empleadas para confirmar la identidad y presencia de los residuos (análisis cualitativo). Menciona también que debido a la gran diversidad de grupos químicos de herbicidas, para su análisis pueden usarse otras técnicas tales como colorimetría, cromatografía de capa fina y espectrofotometría.

2.1.11.2. Residuos de fomesafen

Fomesafen es un herbicida principalmente de acción foliar; sin embargo, Rose y Riabov (1985) señalan que puede tener alguna actividad residual en suelos húmedos retardando la germinación de maleza en cultivos en rotación.

Himme y Stryckers (1984) dan resultados de ensayos de campo con suelo arenoso y arcilloso, donde evaluaron glufosinato, fomesafen y diflufenican en las dosis recomendadas para cultivos básicos y hortícolas para el control de *Poa annua* y siete especies de hoja ancha. Encontraron que la avena (*Avena sativa*) y el nabo (*Brassica* sp.), fueron efectivas como plantas indicadoras de la existencia de residuos de estos productos.

Colby et al. (1983) señalan que el fomesafen es selectivo para el cultivo de soya y que el espectro de control de maleza es amplio; además que presenta un período de acción residual mucho más grande que el acifluorfen.

Mediante estudios de laboratorio se ha demostrado que fomesafen se degrada lentamente en el suelo bajo condiciones aerobicas, que generalmente tiene una vida media de más de seis meses; pero que, en condiciones anaerobicas, se degrada más rápidamente, y presenta vida media menor de

seis meses. La fotodegradación tiene lugar cuando el fomesafen se esparce sobre soportes de capa fina de suelo y se expone a intensidades relativamente bajas de luz solar natural; en tales condiciones la vida media es de aproximadamente 40 días, y es posible que esto sea un importante mecanismo de pérdida inicial en condiciones de campo (ICI, 1983).

Lake et al. (1987), en aplicaciones de fomesafen + terbutrina en preemergencia, a dosis recomendadas para el control de un amplio espectro de maleza (según tipo de suelo) en el cultivo de chícharo, no encontraron residuos en el producto cosechado, ni tampoco hubo efectos significativos en la rotación con los cultivos de trigo, cebada y *Brassica napus* var. *oleifera*, sembrados inmediatamente después de la cosecha.

Kleifeld et al. (1985) señalan que aplicaciones de fomesafen en preemergencia de garbanzo y alverjón para el control de maleza de invierno, presentó efecto residual en el verano siguiente, y fueron efectivas para el establecimiento del cultivo de algodón.

Pavese (1983) cita resultados de residualidad de fomesafen de experimentos conducidos en Argentina, Brasil, Canadá y Estados Unidos de América. Indica que este herbicida a las dosis de 0.125 a 2.2 kg/ha, aplicado en postemergencia no mostró efectos residuales en rotación con trigo, pero cuando se aplicó a las dosis de 0.5 kg/ha y se rotó con maíz y sorgo seis meses después, los daños fueron significativos.

El fomesafen en dosis altas (0.56 a 2.24 kg/ha, dependiendo del tipo de suelo), fue altamente efectivo como herbicida de presembrado o de preemergencia; sin embargo, a esas dosis presentó daño potencial por la

presencia de residuos en rotaciones con varios cultivos. El maíz y sorgo fueron particularmente susceptibles, en tanto que los cultivos de papa, cacahuate y arroz mostraron suficiente tolerancia (Colby, 1983).

Estudios de campo sobre la disipación de fomesafen en el suelo, indican que no se acumula en los niveles inferiores del suelo, sino que la mayor parte de residuos de fomesafen están presentes en los 15 cm superiores del suelo. También se señala, que por lo general, los residuos de fomesafen disminuyen rápidamente durante las primeras semanas después de la aplicación, y después continúa más lentamente. A pesar de que fomesafen sigue activo en el suelo durante varios meses después de la aplicación, en las dosis recomendadas para el control de postemergencia, habrá poca actividad residual contra la maleza, y así mismo el riesgo de daño transmitido a los cultivos sembrados en rotación con la soya queda minimizado (ICI, 1983).

La misma fuente de información indica que en la rotación soya-trigo, sembrado este último de 5 a 6 meses después de la aplicación de fomesafen, a las dosis de 0.5 a 1.0 kg i.a./ha no se observó ningún daño. Sin embargo, el maíz y el sorgo son menos resistentes y queda la posibilidad de daño a dichos cultivos en algunos tipos de suelo. También se señala que dosis mayores a 0.5 kg de i.a./ha de fomesafen podrían ser un peligro para el sorgo y el maíz si éstos se siembran en un período menor a seis meses después de la aplicación.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización de los experimentos

El estudio de campo se llevó a cabo a través de tres experimentos de frijol y uno de maíz, conducidos de mayo de 1987 a octubre de 1988, en el lote San Bartolo 3 del Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo estado de México, ubicado a los 19°29' Latitud Norte y 98°53' Longitud Oeste, a una altura de 2250 m.s.n.m. (García, 1973). Paralelamente a los trabajos de campo, se realizaron tres bioensayos en invernadero, de la propia Universidad y dos en condiciones naturales.

3.2. Condiciones climáticas

Se ha clasificado el clima de la región según Koppen modificado por García (1973) de la siguiente manera: C(Wo) (W) b (i') g, que se caracteriza por ser templado subhúmedo, con una precipitación media anual de 644.8 mm, con lluvias en verano y temperatura media anual de 15°C, la oscilación térmica es menor de 5°C, mayo es el mes más cálido, enero es el mes más frío, y julio es el mes más lluvioso. Se considera que este tipo de clima es benigno para la agricultura (García, 1973).

3.3. Fase de campo

3.3.1. Suelo

Los resultados de análisis del suelo, realizado por el Laboratorio de Investigación y Servicio del Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo, indica dos tipos: para el primer caso, se señala que la clasificación textural corresponde a suelo franco arenoso, con pH de 7.0 y 0.8% de m.o., bajo el cual se establecieron los cuatro experimentos de campo (tres de frijol y uno de maíz), y cuatro de los cinco bioensayos conducidos. El otro tipo de suelo corresponde a arcilloso, con un pH de 6.9 y 1.0% de m.o. en el que se realizó un solo bioensayo. Otras características de los suelos están dadas en el Cuadro I del apéndice.

3.3.2. Preparación

El terreno de los tres experimentos de campo sembrados con frijol, fue preparado en la forma tradicional, tal y como lo hacen los productores, misma que consistió de un barbecho, dos rastreos y surcado, con una separación entre surcos de 0.6 m, utilizando el mismo terreno y tratamientos empleados en el experimento de frijol sembrado en la primera fecha de 1988 (14 de abril); después de la cosecha, fue instalado el experimento de maíz para medir los efectos residuales de los tratamientos, solo que se incluyó un segundo factor que fue labranza, del que se consideraron dos sistemas: cero y mínima. La labranza mínima consistió del paso de una rastra ligera con una profundidad de 8 a 10 cm.

3.3.3. Diseño experimental

El arreglo de unidades experimentales se llevó a cabo mediante el diseño de "bloques al azar", para los tres casos cuando se sembró frijol. El experimento sembrado en mayo de 1987, constó de tres repeticiones, mientras que los que se sembraron en abril y mayo de 1988 tuvieron cuatro. En todos, la unidad experimental estuvo compuesta por cinco surcos con una longitud de cinco m y una separación de 0.6 m, con un total de 15.0 m². Como parcela útil se consideraron los tres surcos del centro, eliminando 0.5 m a cada lado.

El diseño experimental empleado en la siembra de maíz fue bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, correspondiendo a la parcela el factor dosis de fomesafen y a la subparcela modalidad de labranza. Además se incluyó un testigo sin herbicida con labranza convencional para efectuar las comparaciones de las variables evaluadas.

3.3.4. Fertilización

Sólo se realizó para los experimentos de frijol. Previo a la siembra, se abrió una pequeña zanja en el lomo del surco, en la cual se aplicó el tratamiento 40-40-00, utilizando como fuentes sulfato de amonio y superfosfato de calcio simple respectivamente.

3.3.5. Siembra

3.3.5.1. Variedades

La semilla de frijol empleada en el estudio fue la "Canario 101", misma que fue tratada con el fungicida arasán en proporción de 2.0 g/kg

de semilla. Para la siembra de maíz se utilizó el híbrido H-28.

3.3.5.2. Fechas de siembra

Los tres experimentos de frijol fueron instalados en las siguientes fechas: primer experimento mayo 27 de 1987, segundo experimento abril 14 de 1988 y tercer experimento mayo 26 de 1988.

La siembra de maíz se realizó el 20 de septiembre de 1988, cuando se tenían 131 días después de haber aplicado los tratamientos (herbicidas) en frijol y 38 días después de haberlo cosechado.

3.3.5.3. Métodos de siembra

El método de siembra para el frijol consistió en depositar manualmente una semilla cada 10 cm, en la zanja donde ya se encontraba el fertilizante, y para el tapado se pasó una rama, depositando una ligera capa de suelo.

La siembra de maíz en los dos sistemas de labranza se hizo a pala, con un pequeño agujero cada 50 cm y se depositaron tres semillas, en un total de 11 matas por cada unidad experimental.

3.3.6. Riegos

3.3.6.1. Primer experimento (mayo 27 de 1987)

Considerando que la siembra se realizó sobre suelo seco, hubo necesidad de dar un riego por gravedad para la germinación (29 de mayo). Posteriormente se establecieron las lluvias y también se presentó un pe-

ríodo de sequía, cuando el cultivo estaba en plena floración, lo que obligó a dar un segundo riego (22 de julio).

3.3.6.2. Segundo experimento (abril 14 de 1988)

Tomando en cuenta que para esa fecha de siembra las lluvias aún no iniciaban, se programó como cultivo de riego y temporal. Por tal motivo, fue necesario aplicar cinco riegos antes de que las lluvias se establecieran (16, 21, 27 de abril y, 6 y 12 de mayo).

3.3.6.3. Tercer experimento (mayo 26 de 1988)

Para este último experimento de frijol se aplicaron dos riegos, siendo el primero para la germinación y el segundo posterior a la emergencia.

3.3.7. Tratamientos

3.3.7.1. Experimento 1 (mayo 27 de 1987)

Los tratamientos evaluados en el primer experimento de frijol se señalan en el Cuadro 1. A todos los tratamientos químicos se les adicionó 0.2% del surfactante "Agral 90", equivalente a 2 ml por litro de mezcla aplicado. Su distribución en campo se indica en la Fig. 1.

Para establecer los tratamientos de testigo regional y el siempre limpio, se efectuaron las labores respectivas manualmente con azadón. Para el primer caso, se procedió a dar dos escardas (23 de junio y 22 de julio), eliminando únicamente la maleza presente entre hileras del cultivo, con lo cual se trató de simular lo que el productor realiza al hacer

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el primer experimento en frijol.
Chapíngo, Méx. Mayo de 1987.

Tratamiento	p.c./ha(lt)*	i.a./ha(kg)**
1.- Fomesafen	0.5	0.125
2.- Fomesafen	0.75	0.187
3.- Fomesafen	1.0	0.250
4.- Fomesafen	1.25	0.312
5.- Fomesafen	1.5	0.375
6.- Fomesafen	1.75	0.437
7.- Fomesafen	2.0	0.500
8.- Testigo regional		
9.- Testigo siempre limpio		
10.- Testigo enmalezado		

* p.c. = Producto comercial por hectárea expresado en litros.

** i.a. = Ingrediente activo por hectárea expresado en kilogramos.

dos pasos de arado (escardas). En otras palabras, la maleza que estuvo presente sobre la hilera del cultivo (entre planta y planta) no fue eliminada.

En el testigo siempre limpio se efectuaron tres azadoneos (23 de junio, 16 de julio y 15 de agosto), con los cuales se eliminó toda aquella maleza presente en la unidad experimental.

3.3.7.2. Experimento 2 y 3 (abril 14 y mayo 26 de 1988)

Los tratamientos involucrados en el segundo y tercer experimento de frijol, se enlistan en el Cuadro 2. De igual forma a cada tratamiento se le agregó 0.2% de surfactante "Agral 90" (para la medición del herbicida y el surfactante se utilizaron pipetas graduadas de 5 y 10 ml.). Su distribución en el campo es señalada en las Figs. 2 y 3.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en el segundo y tercer experimento de frijol, Chapingo, México. 1988.

Tratamiento	p.c./ha(1)	i.a./ha (kg)
1.- Fomesafen	0.748	0.187
2.- Fomesafen	1.0	0.250
3.- Fomesafen	1.25	0.312
4.- Fomesafen	1.5	0.375
5.- Fomesafen	1.75	0.437
6.- Fomesafen	2.0	0.500
7.- Fomesafen	2.25	0.562
8.- Fomesafen	2.5	0.625
9.- Fomesafen	2.75	0.687
10.- Fomesafen	3.0	0.750

3.3.7.3. Experimento de maíz

Con el objeto de evaluar los efectos residuales del herbicida, posterior a la cosecha del segundo experimento de frijol se sembró maíz utilizando los mismos tratamientos enlistados en el Cuadro 2, sólo que

Figura 1. Distribución de los tratamientos, en el primer experimento de frijol sembrado en mayo 27 de 1987, en Chapingo, México.

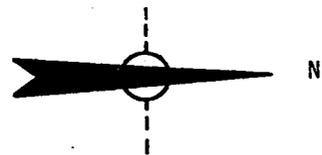
DISEÑO EXPERIMENTAL DE BLOQUES AL AZAR

I		II		III	
10	5	8	4	6	8
4	7	1	7	2	10
9	3	5	6	4	1
6	2	3	10	9	5
1	8	9	2	3	7

Figura 2. Distribución de los tratamientos, para el segundo experimento de frijol sembrado en abril 14 de 1988. Chapingo, México.

DISEÑO EXPERIMENTAL DE BLOQUES AL AZAR

I		II		III		IV	
1	3	4	8	10	2	7	3
5	7	7	3	7	6	10	2
2	4	10	6	5	4	1	5
6	8	9	2	1	9	8	9
9	10	1	5	8	3	4	6



se agregó el factor de sistemas de labranza, y su distribución en el campo quedó como lo señala la Fig. 4.

3.3.8. Equipo de aplicación

Para la aplicación de los tratamientos de herbicidas, en el primer experimento de frijol se empleó una aspersora experimental con capacidad de 8.0 lt y una boquilla con punta de abanico de la serie TEE-JET 8004. No obstante, tratando de ser más prácticos para la aplicación de los tratamientos herbicidas, en el segundo y tercer experimento, se utilizó una aspersora manual de mochila de uso común entre los productores, con capacidad de 15 lt y la boquilla con el mismo tipo de punta (TEE-JET 8004). Se trabajó en todos los casos con una presión aproximada de 40 libras por pulgada cuadrada.

3.3.9. Volúmenes asperjados

La cantidad de agua empleada para la aspersión en cada uno de los experimentos fue de 348, 331 y 450 lt/ha respectivamente. Los volúmenes se determinaron previa calibración del equipo antes de la aplicación.

3.3.10. Fecha de aplicación de los tratamientos químicos

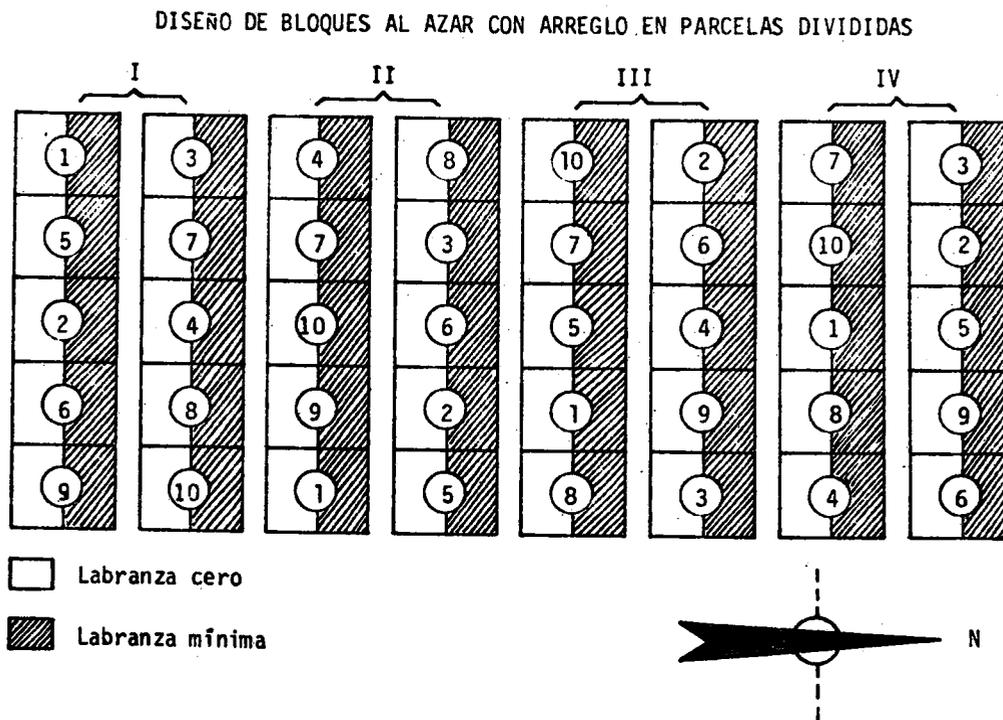
Los tratamientos de herbicidas en el primer experimento se aplicaron el 28 de junio de 1987, cuando habían transcurrido 31 días después de la siembra de frijol, y 22 días después de la emergencia. Al momento de la aplicación, la maleza presentaba un crecimiento entre 10 y 13 cm de altura.

Figura 3. Distribución de los tratamientos, para el tercer experimento de frijol, sembrado en mayo 26 de 1988. Chapingo, México.

DISEÑO EXPERIMENTAL BLOQUES AL AZAR

I		II		III		IV	
6	4	4	6	4	1	10	2
1	10	10	8	9	8	8	7
7	2	1	2	3	5	6	5
3	5	7	9	7	10	3	4
9	8	3	5	6	2	9	1

Figura 4. Distribución de los tratamientos del experimento de maíz sembrado en postcosecha de frijol. Chapingo, México. 1988.



Para el segundo experimento (primera fecha de siembra de 1988), los tratamientos de herbicidas fueron aplicados el día 14 de mayo, después de 29 días de la siembra, y 20 días después de la emergencia, momento en que la maleza tenía una altura de 8-11 cm.

En el tercer experimento de frijol (segunda fecha de siembra de 1988), los tratamientos se aplicaron el 28 de junio, 33 días después de la siembra y 23 días posteriores a la emergencia. Sin embargo, el desarrollo de la maleza era entre 7 y 9 cm, al momento de la aplicación.

3.3.11. Variables evaluadas en frijol

Para medir el efecto de los tratamientos en los tres experimentos de frijol, se tomaron en cuenta las siguientes variables:

3.3.11.1. Fitotoxicidad del fomesafen en frijol

Se hicieron dos evaluaciones en forma visual en cada uno de los experimentos, siendo estas a los 5 y 15 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas.

3.3.11.2. Identificación de maleza

Previo a la aplicación de los tratamientos en cada uno de los experimentos, se hizo un reconocimiento de las especies presentes, y se determinó la densidad de éstas.

3.3.11.3. Control de maleza

Se realizó en forma cualitativa, en la que se consideró la escala de 0 a 100%. Se hicieron cuatro evaluaciones a los 4, 12, 20 y 30 días después de la aplicación (en el primer experimento de 1987); a los 3, 21, 41 y 69 días en el segundo experimento (primera fecha de siembra de 1988), y a los 8, 24, 38 y 69 días en el tercer experimento (segunda fecha de siembra de 1988).

3.3.11.4. Vainas por planta

Cinco días antes de la cosecha, en los tres experimentos de frijol, se muestrearon al azar 10 plantas dentro de cada parcela útil de los tratamientos y se contaron vainas por planta.

3.3.11.5. Rendimiento

La cosecha de frijol para los tres experimentos se llevó a cabo a los 104, 106 y 103 días después de la siembra respectivamente. Se arrancaron las plantas de frijol y se asolearon durante tres días, después se golpearon con garrotes para extraer el frijol de las vainas. Nuevamente se asoleó el frijol limpio, para bajar el contenido de humedad del grano. Mediante un determinador de humedad electrónico (marca "Digital Moisture (Computer 700") se determinó ésta y el peso final se ajustó a una humedad de 13% mediante la fórmula que Burriil et al. (1977) indican:

$$\text{Peso de la muestra} \times \frac{100 - M}{100 - D}$$

donde: M = contenido de humedad de la muestra

D = contenido de humedad deseado

Para la cuantificación de peso de grano se empleó una balanza granataria con capacidad de 0.5 kg.

3.3.12. Control de plagas y enfermedades

3.3.12.1. Roedores

Durante el desarrollo del primer experimento (1987) y el segundo (primera fecha de siembra de 1988), se observaron daños causados por tuzas, a los 20 días después de la emergencia del frijol. Para su control se procedió a escarbar las galerías, colocando dos pastillas de fosforo de aluminio por galería, tapando y apisonando el suelo. Esta operación se realizó tres veces con un intervalo de tres días.

3.3.12.2. Insectos

Los tres experimentos del frijol no escaparon de la presencia de insectos. Sin embargo, sus poblaciones fueron bajas. Las especies presentes fueron las siguientes: *Epilachna varivestis* Mulsant, *Trialeurodes vaporariorum* y *Macrodactylus* spp. Para su control se realizaron dos aplicaciones con intervalo de 20 días, utilizando Malation 50 y Tamaron en proporción de 1.5 litro y 1.0 lt/ha, respectivamente, en los tres experimentos.

3.3.13.3. Enfermedades

Dentro de los patógenos presentes en los tres experimentos de frijol, básicamente destacaron los de tipo fungoso, como la roya del frijol (*Uromyces phaseoli typica* Arthur) y la antracnosis, *Colletotrichum*

Lindemuthianum (Sacc. y Magn.). Sin embargo, debido a la baja incidencia de la roya y a que la presencia de antracnosis se hizo notoria en el momento en que las vainas concluían su desarrollo (maduración), no se realizó ninguna aplicación de productos fungicidas.

3.4. Fase de invernadero

3.4.1. Maíz (bioensayo)

3.4.2. Metodología

Con la finalidad de estudiar los posibles efectos residuales de las diferentes dosis evaluadas de fomesafen en campo, quince y treinta y cinco días posterior a la cosecha del primer experimento de frijol sembrado en 1987, se realizaron dos muestreos de suelo, con tres submuestras de cada unidad experimental a una profundidad de 0 a 15.0 cm; posteriormente, se homogenizó y tomó una muestra de 5.0 kg, y fue colocado en macetas y llevado al invernadero, donde se sembró maíz H-28. Las siembras de maíz se efectuaron a los 82 y 108 días después de haber aplicado los siguientes tratamientos: fomesafen (0.125, 0.187, 0.250, 0.312, 0.375, 0.437 y 0.5 kg i.a./ha, mas un testigo sin herbicida.

Un bioensayo más con la misma metodología descrita fue sembrado a los 30 días después de la cosecha de frijol del segundo experimento (primera fecha de siembra de 1988), y 123 días posteriores a la aplicación de los tratamientos. Los tratamientos evaluados en este bioensayo son los mismos que se indican en el Cuadro 2 mas un testigo. Se sembraron cinco semillas de maíz por maceta.

3.4.3. Variables evaluadas en maíz

Para medir el efecto de los tratamientos en maíz se tomaron en cuenta las siguientes variables:

- Porcentaje de germinación a los 15 días después de la siembra, en cada uno de los bioensayos.
- Posterior a la emergencia del maíz se hicieron tres evaluaciones visuales a los 5, 15 y 25 días de la sintomatología aérea, considerando como plantas normales las del testigo sin herbicida.
- Se cuantificó el peso fresco a los 30 días después de la siembra. El número de plantas por unidad experimental varió en cada bioensayo. Las plantas fueron cortadas al nivel del suelo y pesadas en una balanza granataria.
- Las mismas plantas empleadas para medir el peso fresco, se metieron en bolsas de papel y se colocaron en una estufa de aire forzado por un período de 24 hrs. a una temperatura de 100°C, y se les determinó el peso seco.

En el experimento de campo (dosis de fomesafen por sistemas de labranza) se consideraron las mismas variables evaluadas en los bioensayos de invernadero.

3.4.4. Interacción suelo-residuos de herbicidas

Con la finalidad de estudiar la influencia que tienen los tipos de suelo, se establecieron dos bioensayos en condiciones naturales, en

los que se empleó suelo arenoso y arcilloso (Cuadro 1 del apéndice). Sobre el suelo contenido en las macetas se aplicó intencionalmente fomesafen en las dosis de 0.250, 0.312, 0.375, 0.437, 0.500, 0.562, 0.625, 0.687 y 0.750 kg de i.a./ha; dicha aplicación se realizó el 17 de marzo de 1988 y posteriormente, se hicieron ocho siembras de maíz con intervalo de un mes, siendo la primera el 24 de marzo y la última 220 días después de la aplicación de los tratamientos.

Las variables evaluadas para estos bioensayos fueron las mismas que cuando se sembró en invernadero.

3.5. Efecto de residuos de fomesafen en girasol

La detección de residuos de fomesafen con girasol fue algo no programado en este estudio y surgió como una necesidad de realizar una práctica dentro de la cátedra "control de malezas", en la cual se sembró girasol (*Helianthus annuus* L.) var. "Peredovick" en uno de los terrenos donde fue instalado el tercer experimento de frijol (2a fecha de siembra de 1988) y en el que ya habían transcurrido 250 días después de la aplicación de los tratamientos de fomesafen.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Realizado el análisis estadístico, e interpretadas las observaciones cualitativas, los resultados quedaron de la siguiente manera:

4.1. Frijol

4.1.1. Fitotoxicidad del fomesafen

No se manifestó ningún tipo de daño en el cultivo de frijol (clorosis, necrosis, malformaciones, achaparramiento, etc.), en todas las dosis evaluadas de fomesafen en los tres experimentos realizados durante los dos años, corroborando así, su alta selectividad hacia el cultivo. Resultados que concuerdan con lo expuesto por algunos autores (ICI, 1983), quienes en estudios preliminares, mencionan cierta tolerancia hacia este herbicida por frijoles del género *Phaseolus*. De igual forma coinciden con los resultados obtenidos por Kleifeld et al., (1985), quienes obtuvieron alta selectividad hacia el frijol (*Phaseolus vulgaris*), cuando aplicaron las dosis recomendadas de fomesafen en pre emergencia y postemergencia. Los resultados también confirman lo obtenido por Esau y Rumney (1985), quienes al evaluar la fitotoxicidad y control de maleza en cultivos de nueva introducción en Alberta, Canadá, encontraron completa tolerancia a aplicaciones de fomesafen en postemergencia, en cinco variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Sin embargo, los resultados obtenidos difieren con los reportados por Silva y Silva (1984), quienes encontraron que fomesafen solo o en mezcla con graminicidas, fue ligeramente fitotóxico al frijol cuando se aplicó en estado de crecimiento de tres trifolios; aunque el cultivo posteriormente se recuperó, desapareciendo por completo los daños.

4.1.2. Identificación de maleza

Las especies de maleza presentes y sus porcentajes respecto al total de la densidad, para los tres experimentos de frijol, se anotan en el Cuadro 3. Según se observa en dicho cuadro, por su abundancia destacan las especies *Simsia amplexicaulis*, *Amaranthus hybridus*, *Cynodon dactylon* y *Cyperus esculentus*. En el segundo y tercer experimento se observa una mayor densidad de gramíneas y ciperáceas; atribuido posiblemente a un desplazamiento de maleza de hoja ancha por maleza de hoja angosta (perennes), que fueron favorecidas con las nuevas prácticas del manejo del cultivo (labranza mínima) con que se llevaron a cabo los experimentos.

4.1.3. Experimento 1

4.1.3.1. Control de maleza

Debido a que el producto evaluado sólo reporta control sobre especies de hoja ancha, y considerando que al momento de la aplicación del total de maleza de hoja ancha, la especie *S. amplexicaulis* representó más del 83, 79 y 81%, respectivamente, en cada uno de los tres experimentos, y que al final cubrió casi por completo a los tratamientos testigos sin control, se determinó evaluar el control que tuvo

Cuadro 3. Diversidad y porcentaje de la densidad total de maleza presente en los tres experimentos en frijol, conducidos durante los años 1987-88, en Chapingo, México.

FAMILIA	ESPECIE	DENSIDAD (%)		
		1o.	2o.	3o.
COMPOSITAE:	<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Press	75	65	60
	<i>Tithonia tubaeformis</i> Jacq.	5	3	A
	<i>Bidens pilosa</i> L.	A*	A	2
	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	A	2	A
AMARANTHACEAE:	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	10	8	7
CHENOPODIACEAE:	<i>Chenopodium album</i> L.	A	2	3
SOLANACEAE:	<i>Solanum rostratum</i>	A	2	2
GRAMINEAE:	<i>Cynodon dactylon</i> L.	A	8	10
	<i>Eleusine multiflora</i> Hochst	5	2	3
	<i>Eragrostis mexicana</i>	2	A	A
CYPERACEAE:	<i>Cyperus esculentus</i> L.	3	8	10
TOTAL		100	100	100

A* = Ausente

NOTA: La identificación de las especies de maleza estuvo a cargo de la Bióloga Concepción Matías Romero, del Campo Agrícola Experimental Valle de México (CAEVAMEX).

ron los tratamientos hacia esta especie. Los valores de control de maleza obtenido, se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Porcentaje de control de acahual (*Simsia amplexicaulis*), en el primer experimento en frijol. Chapingo, México. 1987.

Tratamiento	Dosis (kg/ha)	1a. Eval. 4 d.d.a.*	2a. Eval. 12 d.d.a.	3a. Eval. 22 d.d.a.	4a. Eval. 30 d.d.a.
1. Fomesafen	(0.125)	63	62	57	52
2. Fomesafen	(0.187)	85	83	75	60
3. Fomesafen	(0.250)	89	87	85	72
4. Fomesafen	(0.312)	92	92	85	73
5. Fomesafen	(0.375)	97	96	90	84
6. Fomesafen	(0.437)	98	98	96	93
7. Fomesafen	(0.500)	98	98	96	93
8. Testigo regional		89	83	77	65
9. Testigo siempre limpio		100	100	100	100
10. Testigo enmalezado		0	0	0	0

* d.d.a. = días después de la aplicación de los tratamientos químicos.

Al hacer un análisis del Cuadro 4, se nota que el control de la maleza, en los cuatro primeros tratamientos (0.125, 0.187, 0.250 y 0.312 kg/ha) fue disminuyendo conforme transcurrió el ciclo del cultivo, lo cual se debió a un rebrote de la maleza, siendo éste más notorio para *S. amplexicaulis* y en menor grado para *A. hybridus*; en tanto que en las dosis igual o mayor a 0.375 kg/ha, se mantuvo buen control de maleza por un período mayor.

En cuanto al testigo regional, se observó que después de la cuarta evaluación, presentó un control de 65%, correspondiendo el 35% restante a aquella maleza que no fue eliminada con las escardas, debido a que se encontraba en la hilera del cultivo.

Cabe señalar que *S. amplexicaulis* presentó una cobertura del 100% y una altura mayor a 2.0 m en los tratamientos sin control de maleza al momento de la cosecha. Asimismo, que las demás especies sucumbieron por competencia al transcurrir el ciclo del cultivo.

En el testigo siempre limpio se requirieron tres deshierbes, pero a pesar de su alta eficiencia, consideramos que es un método costoso, que requiere de gran cantidad y disponibilidad de mano de obra; además de que en ocasiones no es posible realizar tales prácticas por la presencia de abundante y continua precipitación pluvial.

4.1.3.2. Interacción clima-control de maleza

Las condiciones ambientales de temperatura, humedad relativa y precipitación, antes y después de la aplicación de los tratamientos, fueron de un promedio de diez días, las siguientes: 20.7°C, 59% y 10.8 mm (diez días antes); y 19.0°C, 69% y 34.9 mm (diez días después); los cuales se muestran en el Apéndice 2. Al relacionar los factores ambientales y el control obtenido (ya expuesto en el capítulo anterior), vemos que los resultados concuerdan con algunos autores (ICI, 1983), quienes señalan que las humedades relativas bajas o maleza en "streets" por falta de agua (condiciones que se presentaron en este estudio), reducen la actividad del producto, dando un control incompleto y presentándose rebro-

te posterior de la maleza. De la misma manera los resultados coinciden con los citados por Vidal et al. (1984), quienes indican la baja eficiencia en control de maleza, cuando las condiciones ambientales antes y después de la aplicación son adversas.

Otro factor al cual se atribuye el rebrote, es el estado de crecimiento de la maleza al momento de la aplicación, habiéndose efectuado en nuestro caso, cuando esta presentaba de 10 a 13 cm de altura; no obstante, algunos autores (ICI, 1983) indican que debe efectuarse cuando la maleza tenga de dos a tres hojas, ya que en estados más avanzados, tiene mayor capacidad de rebrote, que obliga a emplear dosis mayores del producto. Pavese y Phillips (1984) encontraron resultados similares al hacer aplicaciones de fomesafen sobre *Amaranthus* spp, en condiciones semejantes.

4.1.3.3. Rendimiento y vainas por planta

El análisis de varianza, para las dos variables con un nivel de significancia de 0.05, nos indica que existen diferencias altamente significativas, mismas que se muestran en el Cuadro 5, al hacer la comparación de medias de los tratamientos, según la prueba de "Tukey".

El valor mayor en la variable número de vainas por planta correspondió al testigo siempre limpio; pero no difirió estadísticamente de los tratamientos con las dosis de 0.500, 0.437 y 0.375 kg/ha, en los cuales existió una relación entre dosis aplicada y la media obtenida. Las dosis igual o menor que 0.312 kg/ha presentaron valor estadísticamente igual al testigo emmalezado, pero sus medias siguen una relación

proporcional a las dosis aplicadas.

Cuadro 5. Comparación de medias (Tukey) del número de vainas y rendimiento (kg/ha), del primer experimento en frijol. Chapingo, México. 1987.

Tratamiento	Dosis (kg/ha)	Vainas	Rendimiento (kg/ha)
Testigo siempre limpio		9.7 A	1657 A
Fomesafen	(0.5)	8.4 AB	1263 AB
Fomesafen	(0.437)	7.4 AB	1041 AB
Fomesafen	(0.375)	5.7 AB	769 BC
Fomesafen	(0.250)	4.8 BC	601 BC
Fomesafen	(0.125)	4.8 BC	593 BC
Fomesafen	(0.312)	4.2 BC	575 BC
Fomesafen	(0.187)	4.2 BC	606 BC
Testigo regional		3.3 BC	434 BC
Testigo enmalezado		0.3 C	29 C

En cuanto al rendimiento, se observan dos grupos de medias: el testigo siempre limpio fue el que tuvo una mayor producción; sin embargo, no difiere estadísticamente de fomesafen en sus dosis de 0.500 y 0.437 kg/ha; las dosis igual o menores que 0.375 kg/ha presentaron valores de producción iguales estadísticamente al testigo sin control. Se observa en general, que los tratamientos en los que se presentó rebrote, también dieron las más bajas producciones; lo cual indica que el rebrote, a pesar de haberse dado después de la etapa crítica del cultivo, tuvo efecto negativo en la producción y dificultó la cosecha. El testigo regional es igual estadísticamente a la dosis más alta de fomesafen.

La merma en la producción, respecto al testigo siempre limpio, fue de 98% para el testigo enmalezado; 74% para el testigo regional y 25% para la mejor dosis de herbicida (0.5 kg/ha).

4.1.4. Experimento 2

4.1.4.1. Control de maleza

Al igual que en el experimento 1, los valores de control de maleza reportados en el (Cuadro 6), son los obtenidos para la especie *S. amplexicaulis* que siguió dominando en densidad y cobertura en el segundo experimento.

Cuadro 6. Porcentaje de control de acahual (*S. amplexicaulis*), en el segundo experimento en frijol. Chapingo, México. 1988.

Tratamiento	Dosis (kg/ha)	1a Eval. 3 d.d.a.	2a. Eval. 21 d.d.a.	3a. Eval. 41 d.d.a.	4a. Eval. 69 d.d.a
1. Fomesafen	(0.187)	96	93	87	80
2. Fomesafen	(0.25)	96	93	88	82
3. Fomesafen	(0.312)	96	95	89	84
4. Fomesafen	(0.375)	98	96	92	89
5. Fomesafen	(0.437)	98	97	97	95
6. Fomesafen	(0.500)	99	98	97	96
7. Fomesafen	(0.562)	99	99	98	96
8. Fomesafen	(0.625)	98	98	98	96
9. Fomesafen	(0.687)	99	99	99	98
10. Fomesafen	(0.750)	99	99	99	98

Nuevamente se observó en el segundo experimento, un rebrote en los tratamientos con las dosis más bajas de fomesafen (0.187, 0.250 y 0.312 kg i.a./ha); sin embargo, fue menos marcado que en el primer estudio, y en la práctica es aceptable. Asimismo, a medida que la dosis se incrementó a partir de 0.375 kg/ha, el control de la maleza mejoró, y se mantuvo estable hasta la cosecha.

4.1.4.2. Interacción clima-control de maleza

Las condiciones ambientales de temperatura, humedad relativa y precipitación, antes y después de la aplicación de los tratamientos, fueron de un promedio de diez días, las siguientes: 21.5°C, 46% y 1.3 mm (diez días antes); y 21.9%, 44% y 8.1 mm (diez días después), las cuales se muestran en el apéndice 2.

Consideramos que estas condiciones ambientales no son las más propicias para lograr la mejor actividad herbicida de fomesafen, y quizás a ello se debió el ligero rebrote exhibido, sobre todo en las dosis de 0.187, 0.250 y 0.312 kg/ha. No obstante, al comparar tales resultados con los obtenidos en el primer experimento, encontramos que existió menor rebrote posiblemente debido a que cinco días antes de la aplicación de los tratamientos se dió un riego, permitiendo con esto que el suelo tuviera humedad adecuada. De igual forma se atribuye mejor actividad de fomesafen, al estado de crecimiento de la maleza en el momento de la aplicación, en este estudio de 7 a 10 cm. Los resultados obtenidos concuerdan con los citados por Downer et al. (1984), quienes señalan que en función de la baja precipitación ocurrida diez días después de la aplicación, los tratamientos de fomesafen fueron afectados en cuanto a

su eficacia de control al existir baja humedad en el suelo.

4.1.4.3. Rendimiento y vainas por planta

El análisis de varianza para los datos de rendimiento, con un nivel de significancia observado de 0.008 indica que existen diferencias entre los tratamientos evaluados; sin embargo no se detectaron diferencias significativas para la variable vainas por planta, tal como se observa en la comparación de medias según la prueba de Tukey (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de medias (Tukey), del número de vainas y rendimiento (kg/ha) del segundo experimento en frijol. Chapingo, México, 1988.

Tratamiento	Dosis (kg/ha)	No. Vainas	Rendimiento kg/ha
Fomesafen	(0.687)	15.6 A*	3412 A
Fomesafen	(0.625)	15.5 A	3052 AB
Fomesafen	(0.500)	17.2 A	3011 AB
Fomesafen	(0.750)	18.4 A	2755 AB
Fomesafen	(0.437)	15.5 A	2457 AB
Fomesafen	(0.562)	16.1 A	2409 AB
Fomesafen	(0.375)	11.4 A	2160 AB
Fomesafen	(0.312)	13.3 A	2025 AB
Fomesafen	(0.250)	10.2 A	1800 B
Fomesafen	(0.187)	11.8 A	1617 B

* Los valores seguidos con la misma letra, no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey.

En el Cuadro 7, se observa claramente que todos los tratamientos igual o mayores a la dosis de 0.312 kg i.a./ha de fomesafen, son estadísticamente iguales en cuanto a la producción. El mismo Cuadro muestra que los valores más bajos en rendimiento, pertenecen a aquellos tratamientos que presentaron rebrote de maleza (0.187 y 0.250 kg/ha de fomesafen); sin embargo, sólo difieren estadísticamente del tratamiento de fomesafen cuya dosis fue 0.687 kg/ha, esto indica que es lo mismo aplicar 0.312 que 0.750 kg/ha.

Los altos rendimientos reportados en este experimento, se atribuyen a que el ensayo se instaló con riego, y se siguió proporcionando éste siempre que se consideró necesario para mantener un nivel adecuado de humedad.

4.1.5. Experimento 3

4.1.5.1. Control de maleza

Los valores de control de *S. amplexicaulis*, para el tercer experimento se muestran en el Cuadro 8.

A pesar de que el tratamiento 0.187 kg/ha de fomesafen presentó ligero rebrote de maleza, se puede decir en general, que en este experimento se obtuvieron excelentes resultados de control de maleza con todas las dosis de fomesafen evaluadas, y que de los tres trabajos realizados, en este último se observó mayor eficacia del herbicida.

Cuadro 8. Porcentaje de control de acahual (*S. amplexicaulis*), en el tercer experimento en frijol. Chapingo, México. 1988.

Tratamiento	Dosis (kg/ha)	1a. Eval. 3 d.d.a.	2a. Eval. 21 d.d.a.	3a. Eval. 41 d.d.a.	4a. Eval. 69 d.d.a.
1. Fomesafen	(0.187)	94	89	86	84
2. Fomesafen	(0.250)	96	96	94	94
3. Fomesafen	(0.312)	97	97	96	95
4. Fomesafen	(0.375)	98	97	94	93
5. Fomesafen	(0.437)	99	98	98	94
6. Fomesafen	(0.500)	99	99	99	98
7. Fomesafen	(0.562)	99	99	99	99
8. Fomesafen	(0.625)	99	99	99	99
9. Fomesafen	(0.687)	99	99	99	99
10. Fomesafen	(0.750)	99	99	99	99

4.1.5.2. Interacción clima-control de maleza

Los factores ambientales de temperatura, humedad relativa y precipitación, antes y después de la aplicación de los tratamientos, fueron de un promedio de diez días las siguientes: 18.1°C, 80% y 153.9 mm (diez días antes), y 18.9°C, 68% y 43.2 mm (diez días después), apéndice 2; condiciones que se consideran adecuadas para mejorar la actividad de fomesafen, según algunos autores (ICI, 1983). Los resultados de control obtenidos también coinciden con los citados por Soares y Vidal (1984), quienes indican haber obtenido buen control de maleza al aplicar fomesafen con suelo húmedo; de igual forma se asemejan a resultados citados por Croaro (1986), quien obtuvo excelente control de ma-

leza, al aplicar fomesafen cuando la precipitación fue de 121 mm dos semanas después de la aplicación. Santos et al. (1986) reportaron resultados de control altamente eficientes con la aplicación de fomesafen cuando el suelo tenía una humedad de 50% de la capacidad de campo.

Respecto al primer experimento, la actividad del fomesafen fue superior, debido a que el estado de crecimiento de la maleza al momento de la aplicación fue el adecuado (7-10 cm de altura).

Por lo anteriormente expuesto, se considera que los factores climáticos que tuvieron mayor influencia en el comportamiento de fomesafen en este estudio, fueron la humedad del suelo, precipitación y la humedad relativa.

4.1.5.3. Rendimiento y vainas por planta

El análisis estadístico para la variable vainas por planta, indica que existen diferencias estadísticas entre tratamientos con un nivel de significancia observado de 0.031; no presentándose éstas, para la variable rendimiento (Cuadro 9).

Como lo muestra el Cuadro 9, los tratamientos iguales o mayores a la dosis de 0.250 kg/ha, son estadísticamente iguales para la variable vainas por planta; no obstante, el valor mayor que se obtuvo, correspondiente a la dosis de 0.625 kg/ha, fue estadísticamente diferente al valor obtenido con la dosis menor, 0.187 kg/ha de fomesafen; aunque estas diferencias no fueron detectadas para la variable rendimiento.

Cuadro 9. Comparación de medias Tukey, del número de vainas y rendimiento (kg/ha), del tercer experimento en frijol. Chapingo, México. 1988.

Tratamiento	Dosis (kg/ha)	Vainas	Rendimiento
Fomesafen	(0.625)	15.7 A*	2568 A
Fomesafen	(0.687)	14.6 AB	2657 A
Fomesafen	(0.562)	14.3 AB	2636 A
Fomesafen	(0.437)	13.9 AB	2580 A
Fomesafen	(0.312)	13.0 AB	2520 A
Fomesafen	(0.750)	12.4 AB	2588 A
Fomesafen	(0.250)	13.3 AB	2253 A
Fomesafen	(0.500)	12.1 AB	2464 A
Fomesafen	(0.375)	11.0 AB	2231 A
Fomesafen	(0.187)	9.3 B	1846 A

* Los valores seguidos con la misma letra, no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey.

4.1.6. Volumen asperjado-control de maleza

La cantidad de agua asperjada es otro factor que influye en la actividad herbicida de los productos de contacto como el fomesafen; ya que se requiere lograr un completo cubrimiento del follaje para tener la máxima eficiencia. En nuestro caso, se buscó en los tres experimentos alcanzar tal cobertura sin llegar a punto de escurrimiento, teniendo gastos de 348, 331 y 450 l/ha para los tres experimentos, respectivamente. No detectamos efecto alguno que hubiese modificado la actividad de fomesafen.

4.1.7. Control de coquillo

Como resultados de la aplicación de fomesafen, en el tercer experimento, se pudo observar que el coquillo (*Cyperus esculentus*) fue severamente dañado en su follaje, habiéndose presentado necrosis en una proporción de 75 a 90% de su área foliar principalmente en las dosis altas de fomesafen (0.625, 0.687 y 0.750 kg i.a./ha); tales efectos no fueron detectados en el primero y segundo experimento, por lo que consideramos conveniente efectuar otros estudios; además de que Beale et al. (1985), empleando dosis menores de fomesafen (0.28 a 0.56 kg/ha) obtuvieron excelente control de esta maleza; de igual forma Bullock et al. (1986), encontraron buenos resultados de control de *C. esculentus*, cuando aplicaron fomesafen en dosis de 0.5 lb/acre en pre emergencia y repetido en postemergencia. Por el contrario, Santos et al. (1986) mencionan no haber obtenido control de *Cyperus rotundus*, a las dosis convencionales de fomesafen; de igual forma, Colby et al. (1983) e ICI (1983) indican que fomesafen no tiene ningún efecto contra Ciperáceas; asimismo, Sousa y Noedi (1985) señalan que *C. esculentus* es resistente a aplicaciones de fomesafen.

Al observar aquellas plantas de coquillo dañadas en su parte aérea, algún efecto del herbicida en las estructuras subterráneas, de esta, se realizó como estudio adicional la siguiente prueba: se saca

ron plantas con síntomas de daño sobre el follaje y se pudo observar que tanto raíces, rizomas y tubérculos, presentaron coloración café-obscura (semejante a una pudrición); no así en las plantas provenientes de áreas testigo. Posteriormente se realizó una prueba de viabilidad, sembrando en macetas con suelo tamizado, 12 tubérculos y 6 bulbos tomados del tratamiento correspondiente a la dosis de 0.625 kg/ha de fomesafen, incluyendo además un número igual de tubérculos y bulbos de áreas testigo. Después de ocho días de la siembra todos los bulbos del área testigo rebrotaron, no así aun después de 60 días, para los provenientes del tratamiento con fomesafen; el mismo efecto se observó para los tubérculos, sólo que la germinación en el testigo tardó 25 días después de la siembra.

Los resultados anteriormente expuestos indican que el fomesafen presentó buena translocación en *Cyperus esculentus*; sin embargo, está por aclarar, si se da a partir de absorción foliar o cuando el producto cae al suelo y es absorbido por raíces y demás estructuras subterráneas.

4.1.8. Control de gramíneas

Las gramíneas presentes en los dos estudios de frijol conducidos durante el segundo año, fueron controladas con la aplicación de fluazifop-butil + agral 90 (0.375 kg i.a./ha + 0.2% v/v). La aplicación se realizó 20 días después de haber efectuado los tratamientos a base de fomesafen. Los resultados obtenidos de la aplicación de este graminicida fue de 100% de control a los 18 días posteriores a la aplicación.

4.1.9. Interacción maleza-patógenos

Se pudo constatar, que en los tratamientos que presentaron rebrote de la maleza, en los dos primeros experimentos, así como en el testigo regional y enmalezado, la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), fue más común; lo cual atribuimos, a que en estas unidades experimentales, se formó un microclima, con una alta humedad relativa, misma que favoreció la infección del hongo. Lauritzen, citado por Walker (1975), indica que para que se dé la infección por este hongo, se necesita una humedad relativa superior al 92%, siendo la óptima próxima al 100%.

4.2. Efecto residual de fomesafen en postcosecha de frijol

Los resultados de los bioensayos con maíz sembrado en invernadero con suelo de los diferentes tratamientos de fomesafen del primer y segundo ensayo, a los 82, 108 y 123 días después de aplicar el herbicida, no presentaron ningún efecto sobre la germinación de maíz.

De la misma manera, no se manifestaron síntomas en la parte aérea del maíz (clorosis, necrosis, malformaciones o achaparramientos), durante un mes después de la emergencia, período en el que se estuvo haciendo observaciones. Los resultados concuerdan con los obtenidos por Lake et al. (1987), quienes no detectaron efectos residuales en siembras de trigo, cebada y *Brassica napus* var. *oleifera*, en rotaciones inmediatamente sembradas después de la cosecha de chícharo, que había sido tratado con fomesafen. Sin embargo, si difieren de los resultados obtenidos por Kleifeld et al. (1985), quienes encontraron efectos residuales en el control de malezas de siembras de algodón hechas en verano, debido a

aplicaciones de fomesafen efectuadas sobre chícharo, garbanzo y frijol del otoño anterior. Pavese (1983), con tratamientos en postemergencia de soya, no detectó efecto residual en el cultivo de trigo sembrado seis meses después de la aplicación de fomesafen a dosis de 0.125 a 2.2 kg/ha; en cambio tales efectos se manifestaron en maíz y sorgo con dosis desde 0.5 kg/ha.

Nuestros resultados tampoco concuerdan con los reportados por Colby (1983), quien detectó efecto residual de aplicaciones en presiembra y preemergencia de soya, a dosis de 0.56 a 2.24 kg/ha de fomesafen, las cuales causaron daño severo, en las rotaciones con maíz y sorgo; de la misma manera, algunos autores (ICI, 1983) indican que existe el riesgo de dañar a los cultivos de maíz y sorgo, si se siembran sobre terrenos tratados con fomesafen a dosis de 0.5 kg/ha, en un período menor de seis meses después de la aplicación.

Para el bioensayo establecido a los 123 días después de la aplicación de los tratamientos de fomesafen, se creó conveniente, aun cuando no se observó efecto residual en la germinación y sintomatología aérea del maíz, evaluar la producción de biomasa. El análisis de varianza del peso fresco y seco, con un nivel de significancia observado de 0.001, indica que existen diferencias entre tratamientos, por tal motivo se procedió a realizar la prueba de Rangos Múltiples de Tukey, misma que se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Comparación de medias (Tukey), de peso fresco y seco (gr) de maíz sembrado 123 días después de la aplicación de los tratamientos de fomesafen. Chapingo, México. 1988.

Tratamiento	Dosis (kg/ha)	Peso fresco	Peso seco
Testigo sin herbicida		16.5 A*	5.45 A
Fomesafen	(0.375)	14.7 AB	5.37 AB
Fomesafen	(0.187)	14.1 AB	5.32 AB
Fomesafen	(0.437)	13.8 AB	5.30 AB
Fomesafen	(0.250)	13.4 AB	5.30 AB
Fomesafen	(0.312)	13.4 AB	5.22 AB
Fomesafen	(0.562)	13.3 B	5.20 B
Fomesafen	(0.500)	12.9 B	5.20 B
Fomesafen	(0.687)	12.5 B	5.17 B
Fomesafen	(0.750)	12.3 B	5.15 B
Fomesafen	(0.625)	12.1 B	5.15 B

* Los valores seguidos por la misma letra, no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey.

La media mayor de biomasa correspondió al testigo sin herbicida, pero este no difirió estadísticamente de los tratamientos de fomesafen en sus dosis de 0.187, 0.250, 0.312, 0.375 y 0.437 kg/ha; pero la media del testigo sin herbicida fue diferente estadísticamente a la de los tratamientos de fomesafen incluidos entre las dosis de 0.500 a .750 kg/ha; sin embargo, todos los valores de biomasa de los tratamientos aplicados con fomesafen no difieren entre sí. Lo anterior indica que

de alguna manera ocurrió efecto residual de fomesafen, en la acumulación de biomasa y fue proporcional a la dosis aplicada.

4.3. Residualidad y fitotoxicidad de fomesafen en maíz

En el cuarto bioensayo, en el cual se aplicó intencionalmente diferentes dosis de fomesafen sobre dos tipos de suelo y se estuvo sembrando mensualmente maíz durante ocho meses, se observó, que en ninguna dosis, ni fecha de siembra hubo efecto en la germinación.

En las siembras efectuadas durante los primeros siete meses, se manifestaron los siguientes efectos fitotóxicos: en todas las dosis de fomesafen y en los dos tipos de suelo, entre el quinto y octavo día después de la emergencia, aparecieron rayados cloróticos semejantes a los causados por virus; conforme transcurría el tiempo, toda la planta se tornaba de una coloración blanquizco amarillenta, posteriormente el tejido se necrosaba y al final las plantas morían en un lapso de 12 a 15 días después de la aparición de los primeros síntomas. A partir del octavo mes se detectaron diferencias en la sintomatología manifestada por las diferentes dosis de fomesafen aplicado, por lo que en esta siembra se procedió a evaluar la producción de biomasa (Cuadro 11).

Ashton y Crafts (1981) y otros autores (ICI, 1983), señalan que los herbicidas del grupo de fomesafen, inducen clorosis y necrosis en las especies susceptibles; por lo que consideramos que el maíz se comportó como una especie muy susceptible.

El análisis estadístico de la producción de biomasa (peso seco), con niveles de significancia observados de 0.0007 y 0.0001 respectivamente, indican diferencias significativas para los tratamientos; los cuales se muestran en la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey (Cuadro 11).

Cuadro 11. Comparación de medias (Tukey), de peso seco (gr) de maíz sembrado 220 días después de la aplicación de los tratamientos de fomesafen en suelo arenoso y arcilloso. Chapingo, México. 1988.

Tratamiento	Dosis (kg/ha)	SUELO ARENOSO	SUELO ARCILLOSO
Testigo sin herbicida		2.55 A*	2.20 A
Fomesafen	(0.250)	2.50 A	1.95 AB
Fomesafen	(0.312)	2.10 AB	1.82 AB
Fomesafen	(0.375)	1.70 AB	1.45 ABC
Fomesafen	(0.437)	1.02 AB	1.47 ABC
Fomesafen	(0.500)	1.20 AB	1.17 BCD
Fomesafen	(0.562)	1.45 AB	1.07 BCD
Fomesafen	(0.625)	0.80 B	0.82 CD
Fomesafen	(0.750)	0.95 B	0.47 D
Fomesafen	(0.687)	0.62 B	0.55 D

* Los valores seguidos con la misma letra, no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey.

En el Cuadro 11, se observa que la mayor media correspondió al testigo sin herbicida en los dos tipos de suelo; además, se hace notar que el valor de las medias de los tratamientos químicos, sigue una relación proporcional a las dosis aplicadas; de tal forma que, las dosis más

altas de fomesafen, presentaron los menores valores de producción de biomasa; asimismo, los efectos fitotóxicos fueron más marcados en el suelo arcilloso.

Los efectos residuales de fomesafen abarcaron un período más grande en este segundo bioensayo, además de que el daño fitotóxico manifestado por el maíz fue más espectacular comparado con los resultados obtenidos en el primer bioensayo. En ambos casos se reconfirmó lo ya expuesto sobre la prolongada persistencia del fomesafen en el suelo.

4.4. Efecto de sistemas de labranza sobre los residuos de fomesafen

Los resultados del experimento de maíz en campo para estudiar la influencia de los sistemas de labranza (cero y mínima) en la persistencia de los tratamientos de fomesafen, fueron los siguientes:

Respecto a la germinación del maíz, no se observó ningún efecto de los tratamientos (dosis-sistemas de labranza), cuando fue sembrado a los 32 días después de la cosecha del frijol y 131 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas; lo anterior concuerda con lo encontrado en los diferentes bioensayos efectuados.

En cuanto a la sintomatología aérea, tampoco se observó ningún tipo de daño, que indicara fitotoxicidad hacia las plantas de maíz (achaparramiento, clorosis, necrosis o malformaciones).

El análisis estadístico para la producción de biomasa, con un nivel de significancia observado de 0.0012, indica que existen diferencias

entre niveles del factor dosis, no habiendo estas para el factor sistemas de labranza, ni para la interacción dosis-sistemas de labranza. Su comparación de medias se muestra en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Comparación de medias Tukey de peso seco (qr) de maíz, sembrado a los 38 días postcosecha del frijol y 131 días, después de la aplicación de los tratamientos en dos sistemas de labranza. Chapingo, México. 1988.

Tratamiento	Dosis (kg/ha)	Peso seco
Testigo sin herbicida		38.0 A*
Fomesafen	(0.187)	37.5 AB
Fomesafen	(0.250)	37.4 ABC
Fomesafen	(0.312)	37.1 ABC
Fomesafen	(0.375)	37.1 ABC
Fomesafen	(0.437)	36.5 BC
Fomesafen	(0.500)	36.0 C
Fomesafen	(0.562)	36.3 C
Fomesafen	(0.687)	36.2 C
Fomesafen	(0.625)	36.2 C
Fomesafen	(0.750)	36.6 C

* Los valores seguidos con la misma letra, no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey.

La media más alta, para la producción de biomasa (peso seco) según el Cuadro 12, correspondió al testigo sin herbicida; sin embargo, es igual estadísticamente que los tratamientos igual o menor a la dosis de 0.375 kg i.a./ ha de fomesafen; y sólo difirió de las dosis igual o ma-

yores que 0.473 kg/ha que fueron los tratamientos con las medias más bajas.

Lo antes expuesto hace suponer que a pesar de que las plantas de maíz no manifestaron síntomas aéreos visibles, las dosis más altas tuvieron efecto residual ligero que repercutió en la producción de biomasa. Algunos autores (Colby, 1983; ICI, 1983) señalan el riesgo que se tiene al rotar con maíz y sorgo, cuando son sembrados en período menor de seis meses a los tratamientos de fomesafen con dosis mayores de 0.5 kg/ha.

4.5. Efecto de residuos de fomesafen en girasol

Como resultado de la siembra de girasol, en postcosecha de frijol, después de transcurridos 250 días de la aplicación de los tratamientos de fomesafen, se pudo observar que las plantas presentaron diversos grados de fitotoxicidad, tales como: ligera e intensa clorosis, necrosis marginal de las hojas, reducción en el tamaño de las hojas y achaparramiento de las plantas. Dichos síntomas se asemejan a los reportados por algunos autores (Ashton y Crafts, 1981; ICI, 1983), quienes indican que fomesafen induce clorosis y necrosis en especies muy susceptibles.

A pesar de no haber evaluado otras variables de girasol, por no ser motivo de este estudio, consideramos que se comportó como una especie muy susceptible a residuos de fomesafen. De alguna forma, los resultados obtenidos se asemejan a los citados por Ríos y Giménez (1985), quienes mencionan que el número de cabezuelas del girasol se redujo al aplicar de 0.5 a 1.0 kg/ha de fomesafen en presiembra incorporado; 1.0

kg de fomesafen en preemergencia; y 0.25 kg de fomesafen + 0.5 kg/ha de fluzafop-butyl en postemergencia al cultivo.

Igualmente, se pudo detectar que los residuos de fomesafen tienen efectos de preemergencia, para algunas especies, tales como: *Cyperus esculentus*, *Chenopodium album* y *Simsia amplexicaulis*; ya que mostraron la misma sintomatología que presentó el girasol. Dichas observaciones se asemejan a lo citado por Rose y Riabov (1985), quienes indican que los residuos de fomesafen en suelos húmedos, pueden retardar la germinación de la maleza o tener un efecto fitotóxico sobre ésta.

V. CONCLUSIONES

- 1.- El fomesafen fue altamente selectivo al cultivo de frijol variedad "Canario 101", en dosis de 0.125 a 0.750 kg i.a./ha.
- 2.- Las especies de maleza dominante en el estudio fueron: *Simsia amplexicaulis* (Compositae), *Amaranthus hybridus* (Amaranthaceae), *Cynodon dactylon* (Gramineae) y *Cyperus esculentus* (Cyperaceae).
- 3.- El tratamiento de "prácticas regionales", incluido en este estudio, fue ineficiente al no eliminar en su totalidad de maleza, reduciéndose la producción en un 74%, con respecto al testigo siempre limpio.
- 4.- La merma en el rendimiento de frijol ascendió a un 98%, con el tratamiento sin ninguna medida de control de maleza.
- 5.- El rendimiento del testigo regional fue igual estadísticamente a la dosis alta de fomesafen (0.5 kg/ha).
- 6.- La merma en la producción de la mejor dosis de fomesafen (0.5 kg/ha) fue de 25% con respecto a el testigo siempre limpio.
- 7.- La dosis óptima de fomesafen para controlar maleza de hoja ancha fue de 0.375 kg i.a./ha, equivalente a 1.5 lt de producto comercial (Flex); sin embargo, con humedad relativa y humedad del suelo (precipitación) altas, se sugiere aplicar 0.250 kg i.a./ha.
- 8.- El rebrote de maleza se presentó en mayor grado para *Simsia amplexicaulis* en las dosis bajas (0.125, 0.187 y 0.250 kg/ha de fomesafen), y fue menos notorio para *Amaranthus hybridus*.

- 9.- El área foliar de coquillo, así como sus estructuras subterráneas (rizomas, tubérculos y bulbos) fueron severamente dañadas por el fomesafen en sus dosis altas (0.625, 0.687, 0.750 kg i.a./ha).
- 10.- La humedad del suelo por precipitación y la humedad relativa, fueron los factores que tuvieron mayor influencia en la actividad biológica del fomesafen; a dosis altas controló mejor la maleza y no se tuvo rebrote.
- 11.- No se detectó efecto residual visible de fomesafen, en siembras de maíz realizadas en postcosecha del frijol (82, 108 y 123 días después de la aplicación de los tratamientos). Sin embargo, la producción de biomasa, se vió afectada en forma significativa en siembras a los 123 días, siendo los daños de magnitud proporcional a las dosis utilizadas.
- 12.- Las siembras de maíz en suelo tratado intencionalmente con fomesafen, presentaron 100% de fitotoxicidad, durante un período de siete meses; posteriormente, los daños fitotóxicos fueron leves en suelo arenoso y severos en suelo arcilloso.
- 13.- Los residuos de fomesafen fueron altamente fitotóxicos para el cultivo de girasol var. "Peredovick", sembrado en postcosecha de frijol y a los 250 días posteriores a la aplicación de los tratamientos.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Albricht, J.W. y R.G. Harvey. 1983. Influence of early season post-emergence injury on soybean yield. In: Proceedings, North Central Weed Control Conference pp. 4-5.
- Almeida, F.S.; B.N. Rodríguez y V.F. Oliveira. 1984. Contribuicao para o estudo de latifolicidas pós-emergentes na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.). XV Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas y VII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). pp. 103-104.
- Ashton, M.F. y A.S. Crafts. 1981. Mode of action of herbicidas. A. Wiley-Interscience Publications. Second edition. N.Y., E.U.A.
- Barreto, R.A. 1968. Competencia de cinco variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con las malas hierbas. Tesis Prof. Fitosotecnia. Esc. Nal. de Agricultura. Chapingo, México. 64 p.
- Beale, M.W.; R.D. Ilnicki y D.L. Little. 1985. Fomesafen combinations for weed control in soybeans. In: Proceedings, 29 th annual meeting of the Northeastern Weed Science Society. pp. 8-12.
- Bianchi, A. 1984. Evaluación de la compatibilidad entre herbicidas graminicidas y herbicidas para latifoliadas. XV Congresso Brasileiro de Herbicidas e plantas Daninhas e VII Congreso ALAM. Belo Horizonte MG, Brasil. pp. 78-79.
- Bullock, F.D.; H.L. Merck; L. Lanier y J. Rakestraw. 1986. Attractive herbicides for weed control in southern pine nurseries. Proceedings, Southern Weed Science Society, 39 th annual meeting. p. 189.
- Burril, L.C.; J. Cárdenas y E. Locatelli. 1977. Manual de campo para investigación en control de malezas (Trad.). Ed. International Plant Protection Center. Oregon, E.U.A. 64 p.
- Colby, S.R. 1983. Fomesafen a breakthrough in postemergence soybeans Weed Control. 1983. Meeting of the Weed Science Society of America. p. 28.
- Colby, S.R.; J.W. Barnes; T.A. Sampson; J.L. Shoham y D.J. Osborn. 1983. Fomesafen - a new selective herbicide for post-emergence broadleaf weed control in soybean. 10th International Congress of Plant Protection 1983. Volumen 3. pp. 295-302.

- Croaro, F. 1986. Controle de plantas daninhas em posemergencia na cultura da soja com haloxyfop-metil em mistura de tanque com herbicidas que controlam folhas-largas. XVI Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas. Campo Grande - MS Brasil. p. 79.
- Cruz, L.S.P.; R. Hiroce; y Ti Igue. 1984. Controle de plantas daninhas de folha larga em soja (*Glycine max*) com aplicacao do herbicida pós-emergente fomesafen. XV Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas y VII Congreso ALAM. Horizonte, MG. Brasil. pp. 106-107.
- Dinu, C.; N. Sarpe; A. Popescu y A. Penescu. 1986. Efficiency of some herbicides in controlling annual dicotyledoneus weeds in a soyabean crop. Probleme de Agrofitechnie Teoretica si aplicată. 8(1):65-85.
- Dower, N.J.B.; M.A.V. Feltrin; B.A. Braz; F.T. Guedes y D.D. Benicio. 1984. Avaliacao da eficácia e fitotoxicidade de herbicidas pós-emergentes em soja (*Glycine max* (L.) Merr.) na regio de Bandeirantes, PR. XV Congresso Brasileiro y VII Congreso ALAM. Horizonte, MG Brasil. p. 104.
- Eagle, D.J. 1981. Diagnosis of herbicide damage to crops. Ed. in England for Her Majesty's Stationery office. 70 p.
- Esau, R. y V. Rumney. 1985. Weed control in potatoes. Annual Report, Alberta Horticultural Research Center. p. 69.
- Esau, R. y V. Rumney. 1985. Weed control in pulse crops. Annual Report, Alberta Horticultural Research Center. pp. 68-69.
- Freed, V.H. 1964. In "The Physiology and Biochemistry of Herbicides" (L.J. Audus, ed. 41). Academic Press, London and New York.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM. Instituto de Geografía. 246 p.
- Graph, S.; Y. Kleifeld; A. Bargutti y D. Solomon. 1985. Weed control in hay crops. Phytoparasitica. 13(3/4):253.
- Griffin, B.S.; D.L. Colvin; B.J. Brecke y W.L. Currey. 1986. Effects of row spacing, tillage, and herbicide systems on weed control in soybeans. Proceedings, Southern Weed Science Society, 39th annual meeting. p. 74.
- Guimares, S.C. 1986. Avaliacao de herbicidas postemergentes no controle do carrapicho - rasteiro (*Acanthospermum australe*) na cultura da soja. XVI Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas. Campo Grande, MS Brasil. pp. 89-90.
- Guy, C.B. y R.E. Talbert, 1985. Response of strawberries to postemergence herbicides. Proceeding, Southern Weed Science Society, 38th annual meeting. p. 129.

- Hance, R.J. 1980. Interactions between herbicides and the soil. Ed. Academic Press Inc. (London). L. Nueva York. 349 p.
- Himme, M. Van y J. Stryckers. 1984. Evaluation of chemicals for their herbicidal properties. Field result. Mededeling van het Centrum voor Onkruidonderzoek van de Rijksuniversiteit Gent. No. 41:20 p.
- Hope, J.H. 1986. Performance of combinations of 2,4-DB with new post-emergence broadleaf herbicides on grass control in soybeans. Proceedings, Southern Weed Science Society, 39th annual meeting. pp. 84-85.
- Horowitz, M. 1976. Application of bioassay techniques to herbicide investigations. Weed Research, 16. 209-215 pp.
- ICI (imperial Chemical Industries). 1983. Fomesafen (pp 021). Plant Protection Division. Boletín. 19 p.
- Ilnicki, R.D.; L.G. Horng y D.B. Vitolo. 1985. Some postemergence broadleaf herbicides following preemergence alachlor in soybeans. Proceedings, 39th annual meeting of the Northeastern Weed Science Society. p. 19.
- Kitchen, L.M.; B.J. Hook; J.L. Godley. 1984. A comparison of soybean overtop broadleaf herbicides in Louisiana. In: Proceedings, Southern Weed Science Society, 39th annual meeting. pp. 77-78.
- Kleifeld, Y.; G. Herzlinger; T. Blumenfeld; S. Graph y A. Bargutti. 1985. Fomesafen - a new herbicide for soybeans, and its uses in Israel for various crops. Phytoparasitica 13 (3/4):240.
- Klingman, G.C. y F.M. Ashton. 1984. Estudio de las plantas nocivas. Principios y Prácticas. Trad. Ed. Limusa. 449 p.
- Lake, C.T.; A.T. Brennan y R.E. Plowman. 1987. FP 282 a new pre-emergence herbicide for use in peas. In Proceedings 1987 British Crop Protection Conference, Weeds. Farm Protection. Vol. (1): 189-196.
- Lawson, D.K.; J.S. Casey; J.M. Conley; R.M. Hodupp; M.S. Leetch; G.D. Sexson y E.L. Ready. 1985. Results of field tests of fomesafen applied alone and in combination with fluazifop-p-butyl for weed control in the north central region. In Proceedings, North Central Weed Control Conference. St. Louis Missouri, E.U.A. Vol. 40:82.
- Lepiz, I.R. 1980. Programa Nacional de Frijol. Plan de investigación. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. INIA. México. 88 p.
- Mársico, O.J.V. 1980. Herbicidas y fundamentos del control de malezas. Ed. Hemisferio Sur. Argentina. 298 p.

- Medina M., J. 1985. Determinación de la residualidad de herbicidas en maíz por bioensayos, con la planta indicadora pepino a dos profundidades (30 y 60 cm) en sistemas de cultivo: labranza convencional y de conservación. Memorias del VI Congreso Nacional de la Maleza. Taxco, Gro. pp. 438-450.
- Newcomer, D.T. y P.A. Banks. 1986. Three new broadleaf herbicides in no-till soybeans. Proceedings, Southern Weed Science Society, 39th annual meeting. 82 p.
- Olmi, S. 1968. Weed Res. Japan 7, 96-100 (Weed Abstracts 1970, No. 2281).
- Pavese, E.J. 1983. Fomesafen: nuevo herbicida selectivo para soja. Malezas. 11(4):224-234.
- Pavese, E. y M. Phillips. 1984. Fomesafen nuevo herbicida selectivo postemergente para el control de latifoliadas en soja. XV Congreso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas y VII Congreso ALAM. Horizonte, MG Brasil pp. 95-96.
- Pearson, S.L. y L.E. Bode. 1985. Effect of carrier volumes and nozzle types on postemergence weed control. In: Proceedings, North Central Weed Control. Conference. St. Louis Missouri, EUA. Vol. 40:35.
- Popescu, A.; N. Sarpe; P. Tomoroga; F. Popa; C. Dinu y A. Penescu. 1983. Efficiency of herbicides in controlling *Solanum nigrum*, *Abutilon theophrasti* and other dicotyledonous weeds in soyabean crops. Probleme de Agrofitehnie Teoretica si aplicata 5(4): 381-393.
- Retzinger, E.J. Jr.; R.L. Rogers; y D. L. Barnette. 1986. Efficacy of fomesafen alone and in tank mixtures. Proceedings, Southern Weed Science Society, 39th annual meeting. p. 89.
- Reyes, C.P. 1985. Fitogenética Básica y Aplicada. Ed. AGT. México. 460 p.
- Rezende, A.M.; J.P.L. Buendia; y I.F. Sousa. 1984. Avaliacao de Herbicidas latifoliados na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.) em Minas Gerais. XV Congreso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas y VII Congreso de ALAM. p. 108.
- Ridley, S.M. 1983. Interaction of chloroplasts with inhibitors. Effects of two diphenylether herbicides, fomesafen and nitrofluorfen, on electron transport, and some comparisons with dibromothymoquinone, diuron, and paraquat. Plant Physiology. 72(2):461-468.
- Ríos, A. y A. Giménez. 1985. Weed control in sunflowers (*Helianthus annuus* L.). Estación Exp. La Estanzuela. Colonia Uruguay. 6(1): 39-42.

- Sousa, F.A. y B. Noedi (1985). Guia de herbicidas. Contribuicao para o uso adequado em plantio directo e convencional. Edit. Instituto Agronômico de Parana (IAPAR). 468 p.
- Souza, I. 1986. Interacoes de herbicidas para o controle de plantas daninhas em soja. XVI Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas. Campo Grande MS Brasil. pp. 72-73.
- Tasistro, S.A. (sin fecha). Métodos de control de malezas. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Mimeografiado. 5 p.
- Teasdale, J.R. 1987. Selectivity of diphenyl ether herbicides between tomato (*Lycopersicon esculentum*) and eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*). *Weed Technology*. 1(2):165-167.
- Velloso, J.A.R. de O. 1984. Eficiencia e selectividade de herbicidas de pre e pos-emergencia na cultura da soja, para controle de monocotiledoneas. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, Brazil. pp. 73-74.
- Vidal, R.A.; R.A. Vedoato; J.C. Wiles y J.G. White. 1984. Uso de fomesafen para controle pós emergente de plantas daninhas latifoliadas em soja. XV Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas e VII Congresso ALAM. Horizonte, MG Brasil. pp. 99-100.
- Vidrine, P.R.; L.M. Kitchen y E.J. Retzinger. 1986. Interaction of grass/broad leaf herbicides on grass control in soybeans. Proceedings, Southern Weed Science Society, 39th annual meeting. p. 88.
- Walker, J.C. 1975. Patología Vegetal. Trad. Edit. Omega. 818 p.
- Xavier, F.E.; J.J.O. Pinto y J.L. Souza. 1984. Estudio sobre a eficiencia de latifolicidas e suas combinacoes com graminicidas, em aplicacoes pós-emergentes na cultura de soja. XV Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas e VII Congresso de ALAM. Horizonte, M.G. Brasil. pp. 102-103.

VII. A P E N D I C E

Cuadro 1. Caracterización de suelos empleados en el estudio.
Realizado por: Laboratorio de Investigación y Servicio. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo.

F A C T O R	SUELO 1	SUELO 2
1.- pH (1:2)	7.0	6.9
2.- MO (%)	1.8	1.0
3.- N (%)	0.06	0.07
4.- P (ppm)	11.4	16.8
5.- K (ppm)	159	181
6.- CE ($\frac{\text{mmhos}}{\text{cm}}$)	0.40	0.64
7.- ARENA (%)	71.4	20.2
LIMO (%)	19.3	27.1
ARCILLA (%)	9.3	52.7
CLASIFICACION	FRANCO	
TEXTURAL	ARENOSO	ARCILLOSO

METODOLOGIA:

- 1.- Potenciómetro relación suelo-agua 1:2
- 2.- Walkley and Black
- 3.- Kjeldahl
- 4.- Bray P-1
- 5.- Extraído en acetato de amonio 1.0N pH 7.0 Relación 1:5 y determinado por espectroscopía de emisión de flama.
- 6.- Obtención de extracto vía pasta de saturación y determinado por puente de conductividad.
- 7.- Hidrómetro de Bouyucos.

Cuadro 2. Factores ambientales antes y después de la aplicación de los tratamientos químicos, para cada uno de los experimentos.

CONDICIONES AMBIENTALES 10 DIAS ANTES DE LA APLICACION

EXPER. 1 (1987)			EXPER. 2 (1988)			EXPER. 3 (1988)		
Temp. °C	H.R.	Prec.	Temp.	H.R.	Prec.	Temp.	H.R.	Prec.
20.1	62	0.4	21.4	48	0	17.1	87	15.5
20.5	53	0	18.3	68	0	17.6	87	15.9
19.3	75	0	22.7	39	0	19.9	59	14.2
20.0	68	0	24.1	31	0	19.6	60	14.1
22.4	52	0	23.2	36	0	16.3	90	15.2
22.4	52	1.2	25.0	30	0	16.5	87	14.9
20.5	64	0	22.1	40	0.5	18.5	74	15.1
19.4	65	9.2	21.0	45	0	17.1	92	16.1
21.5	57	0	19.1	65	0.8	18.8	84	16.6
20.7	49	0	17.7	60	0	19.8	76	16.3
20.7	59	10.8	21.5	46	1.3	18.1	80	153.9

CONDICIONES AMBIENTALES 10 DIAS DESPUES DE LA APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS

21.7	43	0	20.0	42	0	20.0	58	14.2
18.9	71	7.2	21.8	38	0	17.2	79	14.7
19.1	67	0	22.0	32	0	19.8	78	3.6
18.7	72	5.9	21.8	44	2.3	19.9	60	0.9
19.1	65	13.1	21.3	47	2.1	18.5	64	0
19.1	67	2.9	22.7	38	0	20.1	62	0
17.9	79	3.5	23.4	39	0	17.7	79	5.1
18.1	78	0	19.7	68	3.7	18.3	73	0.3
17.9	80	0	22.5	48	0	19.3	57	0
19.7	68	2.3	23.5	45	0	18.3	67	4.4
19.0	69	34.9	21.9	44	8.1	18.9	68	43.2

FUENTE: Estación Meteorológica Chapingo. Chapingo, Edo. de México.

TESIS SAGITARIO
ESPECIALISTA EN TESIS URGENTES

Miguel Angel Serrano E.
ABRIMOS LOS DOMINGOS

Av. Cuauhtémoc No. 88
Col. Maravillas Neza

Tel. 7-97-56-89

Cabeza
de López

