

52
rej.



**Universidad Nacional Autónoma
de México**

Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán

ENSAYO DE CAMPO PARA EVALUAR LA FITOTOXICIDAD
DEL HERBICIDA FOMESAFEN SOBRE 7 VARIIDADES DE FRIJOL
(Phaseolus vulgaris)

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO AGRICOLA

p r e s e n t a

CARLOS JOAQUIN ROS TORRES

Director de la Tesis: ING. CHARLES VAN DER MERSCH



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Pag.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
I.- REVISION BIBLIOGRAFICA	4
1.1. Descripción Botánica del Frijol	4
1.2. Condiciones Ecológicas	13
1.3. El control Químico de Malezas	15
1.4. Características del Herbicida Fomesafen	24
1.5. Control de Malezas en Frijol	32
II.- MATERIALES Y METODOS	37
2.1. Descripción de la Localidad	37
2.2. Preparación de Terreno	39
2.3. Siembra y Fertilización	39
2.4. Labores de Cultivo	40
2.5. Aplicación de Productos Agroquímicos	40
2.6. Diseño Experimental	40
2.7. Observaciones de Campo y Metodología de Evaluación.	42
2.8. Aplicación del Herbicida	43
III. RESULTADOS	45
3.1. Rendimiento	45
3.2. Control de Malezas	48
3.3. Fitotoxicidad	49
IV. DISCUSION	52
V. CONCLUSIONES	58
VI. BIBLIOGRAFIA	59

R E S U M E N

Se hicieron las pruebas correspondientes para determinar la fitotoxicidad del herbicida Fomesafen sobre el frijol. El cultivo se estableció en Santa Cruz, mpio. de Tepozotlán, - Edo. de México, en el ciclo Primavera-Verano de 1985. Se usaron las siguientes variedades de frijol: Jamapa, Amarillo, Negro Puebla, Bayo Gordo, Canario 101, y Canario 107.

Las dosis de herbicida empleadas en el experimento fueron: 0.125; 0.250; 0.375; 0.500; 0.750; y 1.0 kg. i.a./ha. Además se incluyó un testigo enmalezado y uno siempre libre de malezas, usando dos repeticiones de cada tratamiento.

Las principales malezas en el área de cultivo fueron: - Simsia amplexicaulis, Galinsoga parviflora y Cyperus esculentus.

Las aplicaciones se hicieron usando mochila de mano, con gasto de 400 lt/ha, en el momento en que las malezas tenían - 15 cm. de altura en promedio, y el frijol 5 hojas trifoliadas.

La fitotoxicidad se manifestó como necrosis de hojas, yemas axilares y reducción del crecimiento de las plantas.

Los resultados indican que el Fomesafen es selectivo para todas las variedades de frijol utilizados, hasta en dosis de 1.0 kg i.a./ha y que la competencia con malezas afecta más al rendimiento que la fitotoxicidad.

Se hacen algunas consideraciones sobre la metodología empleada y se dan sugerencias para estudios posteriores.

I N T R O D U C C I O N

En fechas recientes la producción de frijol en el país, ha sido insuficiente para satisfacer las necesidades nacionales y -- esto ha obligado a importar grandes volúmenes de EE.UU. y BRASIL.

El cuadro 1 muestra la producción, importación y exportación de frijol en los últimos 5 años.

CUADRO 1 Producción Nacional de Frijol de 1980 a 1985.

A ñ o	Producción Ton. X 1000	Importaciones Ton. X 1000	Exportaciones Ton. X 1000
1980	935	443	2
1981	1 469	490	2
1982	1 090	146	35
1983	1 281	2	41
1984	956	-	-
1985	939	1.28	-

Fuente, Dirección General de Economía Agrícola, tomado de revista Agrosíntesis, volumen 16 No. 3.marzo 1985.

Si se considera que el frijol es el segundo cultivo a nivel nacional, después del maíz, y que anualmente se siembra casi el 1 % de la superficie total del país (el Programa Nacional Agrícola para 1986, establece una superficie de 2 221 550 ha. entre los dos ciclos agrícolas), se podría pensar que el problema de insuficiencia, como en muchos otros casos, sea los rendimientos bajos.

Existen varios factores adversos que afectan la producción del frijol, (sequía, heladas, plagas y enfermedades etc.), entre las que sobresale la competencia con malezas, que llega a reducir el rendimiento de grano hasta en un 80 por ciento.

El control químico puede ser una alternativa viable para resolver este grave problema, siempre y cuando se conozcan las características de uso y seguridad de los herbicidas que han de ser aplicados.

Siendo el frijol la principal fuente de proteína en la dieta del pueblo mexicano, es imperativo realizar todo tipo de investigaciones tendientes a incrementar su producción.

De lo anterior se desprende que es necesario evaluar, bajo condiciones de campo, nuevos herbicidas como es el caso del Fomesafen, que inicialmente se desarrolló para soya y que presenta características para aplicarse también en frijol.

Por lo tanto, los objetivos del presente trabajo son:

- 1.- Estudiar la selectividad y el control del Fomesafen y,
- 2.- determinar su Fitotoxicidad en 7 variedades de frijol.

Las hipótesis de trabajo que se plantean son:

- 1.- Que el Fomesafen es selectivo para el frijol pero
- 2.- que existen diferencias en cuanto a su selectividad hacia las 7 variedades.

I.- REVISION BIBLIOGRAFICA

I.1.- Descripción Botánica del Frijol.

El frijol es una planta fanerógama, agiosperma y dicotiledonas. Pertenece a la familia Leguminosae (plantas con ovarios súpero, dialicarpelares, con hojas compuestas y alternas y raíces - con nódulos bacterianos del género Rhizobium); subfamilia Papilionoidea (flores Zigomorfas, con corolas en forma amariposada); tribu Phaseoleae (plantas con diez estambres soldados, diadelfos); - subtribu Phaseolinas (plantas con hojas trifoliadas); género --- Phaseolus; distinguiéndose la especie P. vulgaris L. a la que pertenecen el 90% del total de variedades cultivadas en México, (Cárdenas, 1984).

Las plantas de la especie P. vulgaris L. son: anuales con ciclo de vida que fluctúa entre 3 y 9 meses, con hábitos de crecimiento rastrero, arbustivo o trepador.

I.1.1.- Rafz. Es típica, compuesta por un eje central y raicillas donde se forman los nodulos de Rhizobium. El área de exploración radicular máxima fluctúa entre los 100 y los 120 cm. de profundidad, por unos 100 cm. de diámetro, se ubica la mayor densidad radicular en los primeros 60 cm. de la capa del suelo, (Schmeil, -- 1933), (Fig. 1).

I.1.2.- Tallo. Herbáceo, ligeramente lignificado en la base, con crecimiento determinado, indeterminado o semideterminado (mata, - semiguía y guía respectivamente; Fig. 2). Su longitud varía desde 15 hasta 500 cm. según el hábito de crecimiento. El número de ramificaciones de los tallos es también un carácter variable (de 5 a

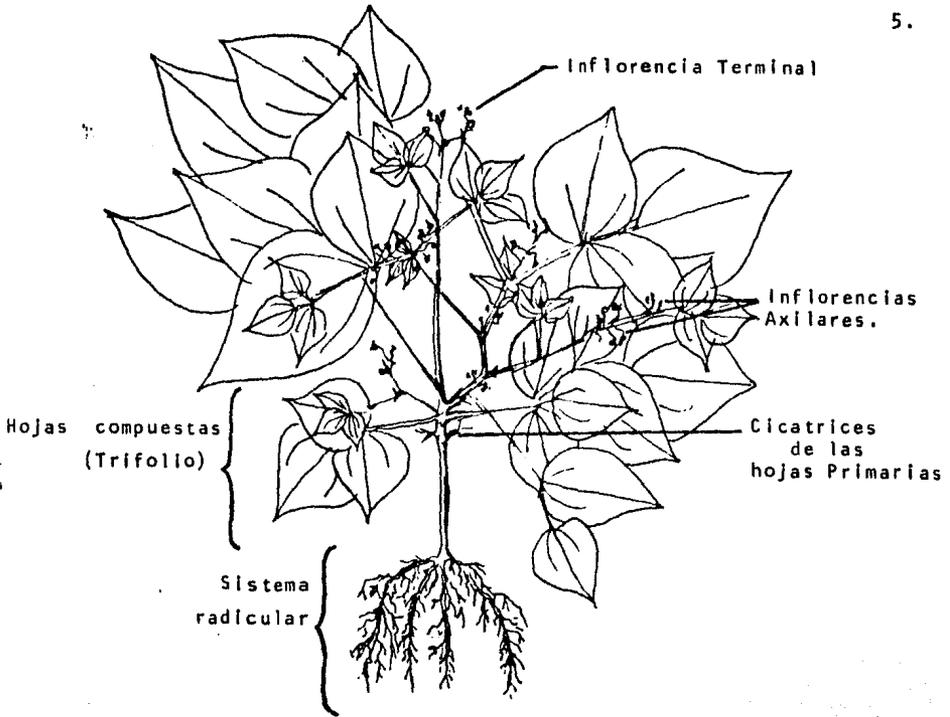


Figura 1: Diagrama de una planta de frijol

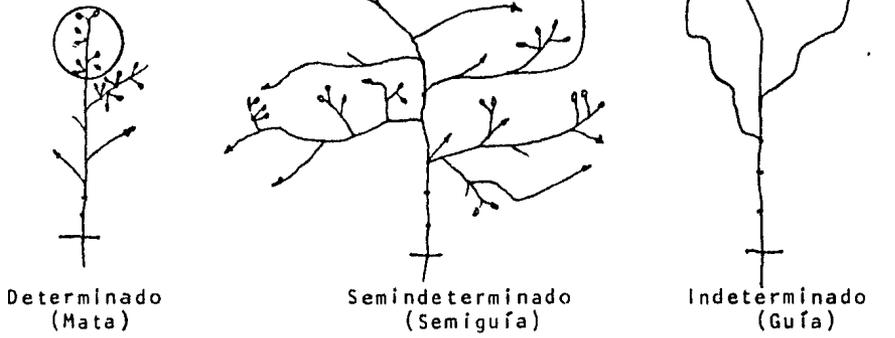


Figura 2: Hábitos de Crecimiento de las plantas de frijol.

40 ramificaciones por planta), y guarda relación con el área foliar y a su vez con el rendimiento, así los tallos más ramificados son los que soportan mayor área foliar y producen los mayores rendimientos de grano, (Cárdenas, 1984).

1.1.3.- Hojas. Exceptuando las dos primarias que son simples, todas las demás son compuestas, trifoliadas, que surgen a partir del tercer entrenudo. Los folíolos son de forma acuminada asimétricos con una mitad más pequeña que la otra, características que les permite reducir el sombreado entre sí. El folíolo central presenta dos estípulas, y los folíolos laterales una colocada en el lado exterior de cada folíolo (Fig. 3). El número de hojas va de: 15 hasta 180 por planta (Cárdenas, 1984).

1.1.4.- Flores. La floración se presenta de manera axilar y terminal, en racimos de dos a ocho flores. La polinización es autógama con un porcentaje de alogamia menor al 20 por ciento, (Lerma, 1986).

Las flores son típicas papilionáceas, con el estandarte circular extendido, las alas son de forma aovada, de tamaño igual o mayor que el estandarte, algo torcidas y unidas a la quilla por una uña. La quilla puede ser de forma lineal o aovada, asimétrica que describe una espiral muy cerrada. Los estambres son diez, didelfos, el superior se encuentra libre y el resto soldados, las anteras son de forma elíptica. Como en el resto de las leguminosas el ovario es súpero, pluriovulado, con el estilo filiforme, glabro y el estigma alargado y oblícuo (Fig. 4).

Las flores pueden ser de color: blanco; morado suave o rosa. Las flores blancas son comunes de los frijoles con testa de color blanco o claro, el color morado por lo general corresponde a -

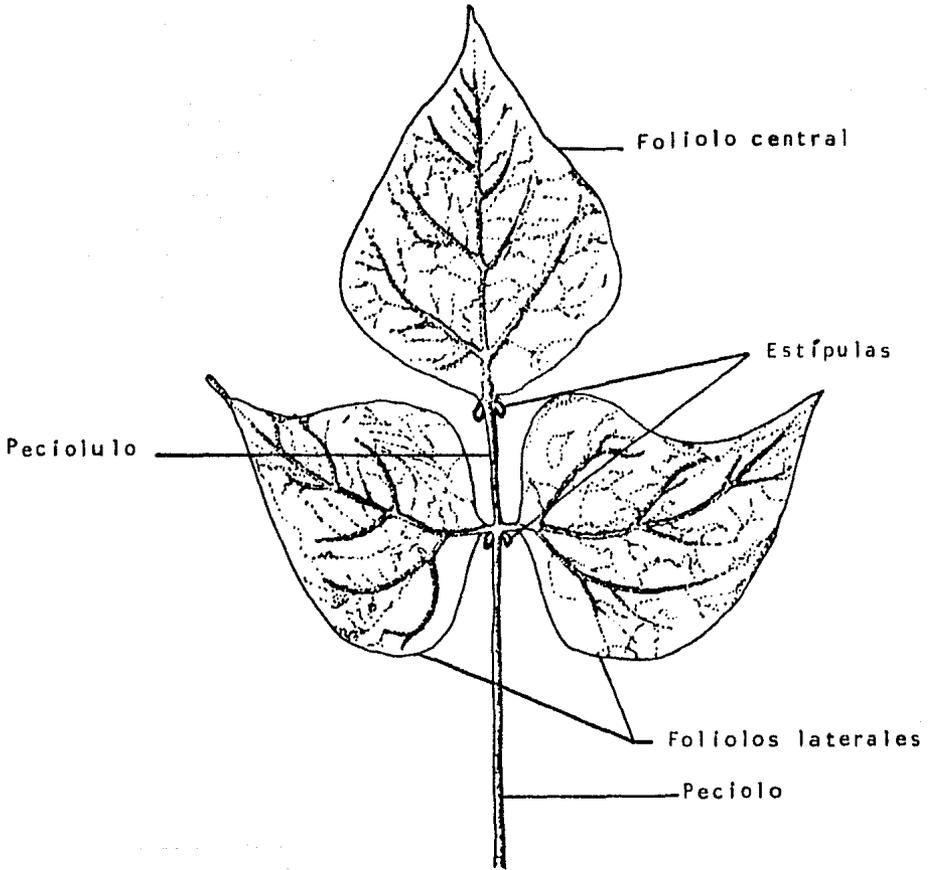


Figura 3: Hoja Trifoliada de frijol

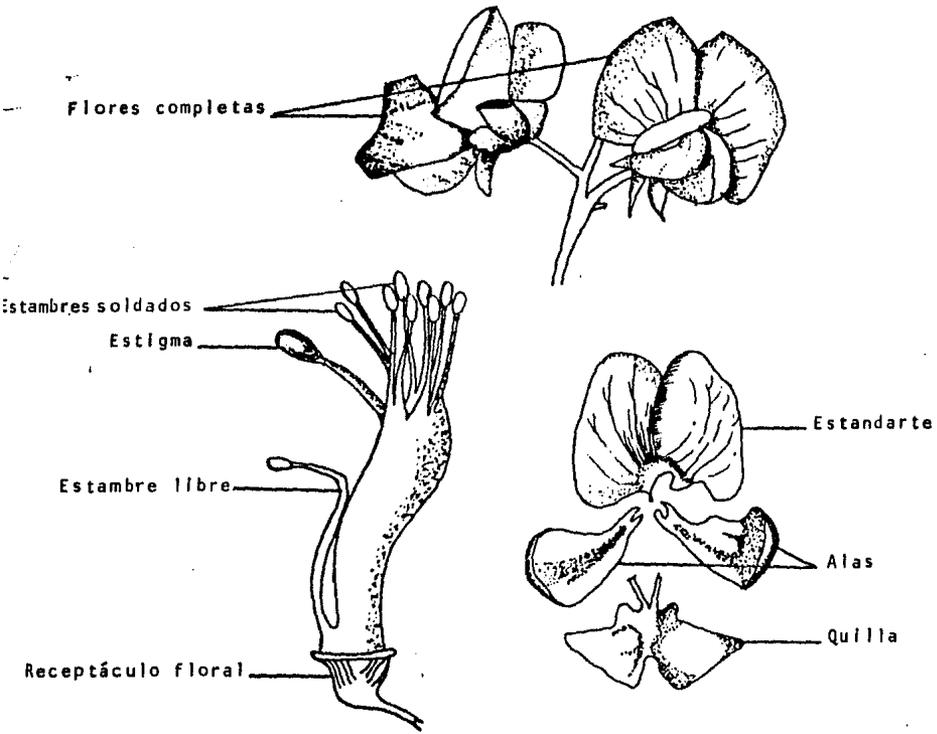


Figura 4: Diagrama de la flor de fríjol.

las plantas cuyas semillas son de color negro brillante, las flores rosas se ha observado producen semillas canarias o amarillas. (Cárdenas, 1984).

1.1.5.- Fruto y Semilla. El fruto es una legumbre o vaina colgante de 8 a 16 cm. de longitud, lineal o arqueada, comprimida lateralmente, de color verde, amarillo, blanco o plateado. En su interior se albergan las semillas dispuestas alternadamente en las dos cintas placentarias situadas en el dorso de la vaina (Schemell, 1933), (Fig. 5).

Las semillas se hallan incluidas en una piel consistente denominada testa que puede ser de color: negro, blanco, pardo, bayo, gris, café, amarillo, rojo, violeta, café oscuro, rosa, negro azulado o pinto.

La forma de la semilla puede ser: elíptica, esférica, oblonga o arriñonada, (CIAT, 1983).

1.1.6.- Germinación y desarrollo. La germinación del frijol se inicia con la imbibición de agua que provoca un aumento en el volumen de la semilla, además del reblandecimiento de la testa y su posterior ruptura que permite la salida de la radícula.

Inmediatamente después de la aparición de la radícula se inicia un proceso de elongación del tallo en la porción comprendida entre ésta y los cotiledones, a la vez que se tuerce en forma de asa, perfora el suelo y tira hasta sacar a la superficie los cotiledones (epígeos) y la gémula; después se separan los cotiledones uno del otro, el tallo continúa su crecimiento, se endereza y permite que se extienda el primer par de hojas. A medida que crece en diámetro y altura produce nuevas hojas, se

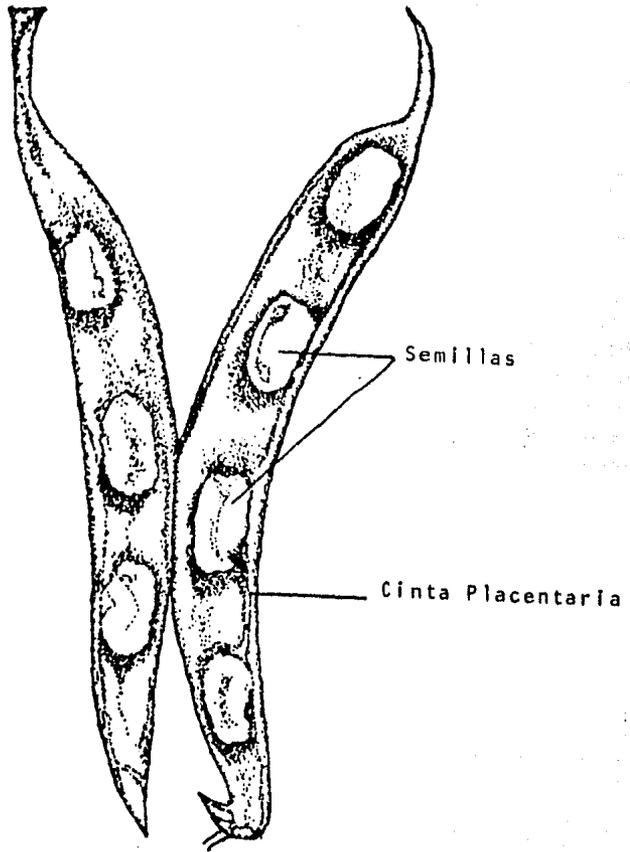


Figura 5: Fruto de frijol.

van arrugando los cotiledones, hasta que finalmente se desprenden. En la primera etapa del crecimiento de la planta, los cotiledones además de proporcionar los nutrimentos, tienen cierta capacidad fotosintética, (Shemell, 1933).

El crecimiento de los tallos de plantas de guía, continúa produciendo un leve giro en sentido opuesto al de las manecillas del reloj; este giro le permite asirse a un tutor o espaldera si lo llegase a tener.

Es importante enfatizar que en estas variedades de guía, -- las flores y los frutos se desarrollan en forma secuenciada y el período de floración puede extenderse por varias semanas. Se ha mencionado que en las plantas con esta característica de floración secuenciada, el período en que queda determinada la capacidad de almacenamiento, se traslapa con el período de almacenamiento -- así que puede haber un ajuste mutuo entre ambas componentes ---- (Evans, citado por Kohashi, 1979)..

Por otra parte, las variedades de crecimiento determinado en un período de tiempo muy corto fijan un número determinado de flores, o sea que una vez terminada la floración no hay otra posibilidad de ajuste entre la fuente y la demanda fisiológica, que no sea el aborto de vainas y semillas. (Egleman, 1979, Kohashi, -- 1979).

1.2 Condiciones Ecológicas.

En México el frijol se cultiva bajo condiciones ecológicas muy diversas, desde los climas tropicales secos y húmedos, a cero metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), hasta los climas templados a más de 2000 m.s.n.m; no obstante, para su establecimiento requiere de condiciones climáticas y edáficas no extremas.

1.2.1.- Temperatura. El frijol se considera como termófilo, es decir que no prospera donde las temperaturas son bajas, pues las plantas en cualquier estado de desarrollo son extremadamente susceptibles a las heladas y el frío, su crecimiento cesa a los tres grados centígrados y las semillas requieren de - por lo menos 10 grados C° para poder germinar, ya que a temperaturas menores el embrión muere, (Ivanov, citado por Guenkov, - 1966).

Por el contrario, el frijol es muy tolerante a temperaturas altas siempre y cuando la humedad del suelo no sea escasa, en cuyo caso hay abscisión de flores y el polen se daña disminuyendo así la fecundación de las flores y consecuentemente el rendimiento de semilla.

1.2.2.- Agua. El frijol es una planta que requiere una buena disponibilidad de agua para prosperar.

La cantidad de agua necesaria para que se inicie la germinación de la semilla, debe ser superior a un 20% por arriba del

punto de marchitez permanente, (Knott, 1962 citado por Goy et al, 1972).

Durante la floración la falta de humedad en el suelo es crítica, y propicia el aborto de las flores y de las vainas recién formadas, (Kohashi, 1979).

Sin embargo, el frijol es poco tolerante al exceso de humedad en el suelo, que ocasiona pudrición de semillas y raíces, favorece la aparición de enfermedades fungosas y bacterianas.

1.2.3.- Suelo. Los suelos deben ser profundos y fértiles, ni muy arenosos ni excesivamente arcillosos. En suelos de textura pesada se presentan problemas de exceso de humedad, que ocasionan los daños anteriormente mencionados. Se puede decir que en este tipo de suelo, la emergencia de las plántulas se ve disminuida por la posible formación de una costra dura en la superficie del mismo.

Por tanto, los suelos más adecuados para el frijol son los de texturas francas con pH cercanos a la neutralidad (6 a 7.5), y con un contenido de sales moderado o bajo, punto en que la mayoría de los nutrimentos se encuentran disponibles para la planta.

1.2.4.- Luz. Las variedades de frijol que se cultivan en nuestro país, son plantas insensibles al fotoperíodo o bien de día corto. Su exigencia en intensidad de luz es baja, razón por la que algunas variedades trepadoras son susceptibles de sembrarse en asociación con maíz, o entre las líneas de otros cultivos como la caña de azúcar o los frutales, (Guenkov, 1966).

1.3. El Control Químico de Malezas.

El control selectivo de malas hierbas con productos químicos se originó probablemente en Francia a finales del siglo pasado, cuando se observó que el caldo bordeles empleado en los viñedos para combatir la cenicilla, provocaba el ennegrecimiento de las hojas de la mostaza amarilla.

Posteriormente se descubrió que la aspersion con sulfato de hierro en cultivos cerealeros, mataba a las hierbas de hoja ancha, a la vez que era inocuo para los cereales, (Martín, 1973 citado por Cremlyn, 1982).

Sin embargo, la era moderna en el control químico de malezas la marcó, en forma paralela, el descubrimiento de las propiedades herbicidas selectivas del 2,4-D y del MCPA, por Templeman y Sexton en Inglaterra en 1943. Al descubrimiento de los herbicidas fenoxiacéticos siguió el de los compuestos bipyridilos (Diquat y Paraquat, en 1958). A partir de entonces han surgido una gran cantidad de compuestos herbicidas, pertenecientes a diferentes grupos químicos.

Cada año los laboratorios de las empresas agroquímicas sintetizan miles de nuevos compuestos; de éstos, sólo unos cuantos son seleccionados por su actividad biológica herbicida.

Debe subrayarse que en la actualidad los herbicidas son los plaguicidas agrícolas de mayor consumo en los países desarrollados que practican una agricultura tecnificada. Por ejemplo, del

total de ventas de plaguicidas en Gran Bretaña, el 66% corresponde a herbicidas, el 20% a fungicidas, el 10% a insecticidas y el resto a otros productos químicos utilizados en la agricultura.

A nivel mundial, el consumo actual de herbicidas es el 43% del total de los plaguicidas agrícolas, seguido por insecticidas 32%, fungicidas 19%, reguladores del crecimiento y otros productos 6%, (Cremllyn, 1982).

La creciente importancia de los herbicidas en la agricultura a nivel mundial, se puede explicar por la escasez y alto costo de la mano de obra en los países desarrollados. Además, los herbicidas han proporcionado muy buenos resultados donde otros medios de control son de aplicación difícil, (ejem. cultivos en laderas, en terrenos pedregosos, huertos o plantaciones muy cerradas, etc.).

1.3.1.- Experimentación en herbicidas.

En el desarrollo de un herbicida interviene una serie de pruebas o valoraciones, desde el descubrimiento de una nueva molécula hasta su lanzamiento al mercado como producto finalizado.

La Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza, señala que las valoraciones que se practican a los compuestos de síntesis recientes, son:

(1) Para determinar su actividad biológica a nivel de in

vernadero, (2) para conocer su toxicidad; (3) para determinar su formulación, (4) su actividad en diferentes localidades; (5) para conocer su compatibilidad con otros productos; (6) residuos en las cosechas, suelos y aguas; y (7) para determinar su efecto en la flora y fauna silvestre.

De acuerdo con Burril et al (1977), dentro de los ensayos de campo se tienen 6 tipos diferentes.

1. Ensayos de selección preliminar: son conducidos con la finalidad de seleccionar algunos compuestos dentro de un número grande de ellos.
2. Ensayos de selección final: comparan los compuestos seleccionados en los ensayos de selección preliminar, con las prácticas de control establecidas.
3. Ensayos de rendimientos: su finalidad es conocer el efecto de un compuesto sobre el rendimiento del cultivo.
4. Ensayos regionales: se practican una vez que los ensayos de selección final han dado información suficiente acerca del comportamiento del herbicida. Su propósito es conocer la conducta del herbicida bajo diferentes condiciones ecológicas y de cultivo.
5. Parcelas demostrativas: su objetivo no es de investigación, sino de difusión de un producto nuevo.
6. Estudios especiales: proporcionan información adicio-

nal, sobre diferentes puntos, como pueden ser la acción residual del herbicida, el volumen de aplicación, la susceptibilidad de las malezas y el cultivo, etc.

Según Frans, et al (1980), los ensayos de campo son necesarios para:

1. Evaluaciones finales de compuestos herbicidas nuevos.
2. Establecer el uso de un compuesto en infestaciones por malezas de carácter local.
3. Determinar la compatibilidad de un compuesto con las prácticas de cultivo existentes.
4. Determinar el comportamiento específico de un compuesto bajo condiciones de clima y suelo variables, de selectividad y control,

1.3.2.- Consideraciones necesarias para las evaluaciones en herbicidas.

Los resultados de los ensayos de campo con herbicidas, se ven afectadas por una serie de factores técnicos y ambientales que de no ser considerados, pueden llevar a la toma de decisiones erróneas a partir de resultados aparentemente ciertos, (Frans, et al, 1980).

En los experimentos de fitotoxicidad y control, deben tomarse en cuenta los siguientes:

- i) Localidad. El medio ambiente bajo el que se desarro-

llan los ensayos puede variar considerablemente de una localidad a otra; así mismo la composición florística y consecuentemente las malezas. Por tales razones, los resultados de los experimentos en control deben ser diferentes entre localidades.

- ii) Cultivo. La selectividad de un producto hacia ciertas plantas, ésta determinada por las características fisiológicas y morfológicas de éstas. Todas las diferencias entre cultivos e incluso entre variedades, deben conducir a diferencias más o menos notorias en la selectividad de un herbicida.
- iii) Diseño experimental. El análisis de los resultados mediante un diseño experimental determinado, permite distinguir diferencias entre el efecto de dosis, momento de aplicación, susceptibilidad de la variedad, etc.; algunos diseños experimentales permiten analizar más variables y vislumbrar diferencias no solo entre éstas sino entre sus interacciones.
- iv) El procedimiento de aplicación del herbicida. El procedimiento de aplicación incluye diferentes variables, que pueden manifestarse en los resultados del ensayo; éstas son: La formulación del herbicida; el volumen de agua; la cantidad y tipo de surfactante; el equipo de aplicación; el tipo y calibre de la boquilla y la presión de la aspersión.

v) Las condiciones metereológicas al momento de aplicación.

La mayoría de los herbicidas requieren para su acción, que las malezas se encuentren en un período de crecimiento activo, éste se ve favorecido por temperaturas altas y humedad adecuada. Un punto muy importante que ha de ser considerado es la presencia de lluvias posteriores a la aplicación del herbicida.

vi) Suelos. Los herbicidas que son aplicados al suelo varían en su actividad de acuerdo al tipo de suelo, en este punto se toma en cuenta la textura, el contenido de materia orgánica; el pH; la humedad; la estructura al momento de aplicación.

vii) Las prácticas de cultivo. Las densidades de siembra; la fertilización y las labores de cultivo influyen en el control de malezas con herbicidas. Por otra parte la aplicación de otros productos agroquímicos como insecticidas, fungicidas y fertilizantes foliares, pueden hacer variar las manifestaciones de fitotoxicidad en las plantas.

1.3.3.- Formas de evaluación en los ensayos de herbicidas. La valoración de ensayos de herbicidas se pueden realizar por métodos cualitativos o cuantitativos.

Los métodos cualitativos se basan en apreciaciones visuales que pueden estar influidas por criterios subjetivos del evaluador ya que se basan en el establecimiento de escalas arbitra

rias, (Burril, 1977).

Las escalas han sido diseñadas para valorar el porcentaje de control y el daño al cultivo o ambos. Existen algunas escalas de aceptación internacional como la del "European Weed Research Council" (EWRC).

A continuación se mencionan algunas escalas comúnmente usadas:

Escala numérica del EWRC (European Weed Research Council).

Trata de normalizar la calificación de los experimentos de herbicidas conteniendo esta escala: índices que van del 1 - 9, el índice más bajo corresponde a la valoración más favorable (eficacia máxima) sobre malezas o a la fitotoxicidad mínima sobre el cultivo. La zona aceptable de evaluación se encuentra entre 1 - 4.

	Indice de valoración. Estimación visual de eficacia o de Fitotoxicidad	
	Sobre malezas	Sobre cultivo
	1 Total 100%	Ningún efecto, como el
	2 Muy bueno	testigo muy ligeros síntomas
	3 Bueno	Daños sin influenciar a la cosecha
	4 Suficiente en práctica	Dudosa
Aceptable en la práctica	5 Dudosa	Daños bastante fuertes
	6 Mediocre	Daños fuertes
	7 Mala	Daños muy fuertes
	8 Muy mala	Destrucción total 100%
	9 Nula como el Testigo	

Escala numérica de la Experiment Station, (HSPA).- La valoración está basada en la abundancia de malas hierbas y en el grado de control de acuerdo a los siguientes índices:

<u>Índices de control de malas hierbas</u>	<u>Condición observada</u>
1.0	Control aparente
2.0	Control bajo
3.0	Control moderado
4.0	Control satisfactorio
5.0	Control completo

aceptable

Escala de Departamento de Combate de Malezas del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

<u>INDICES DE VALORACION</u>	<u>S I N T O M A S</u>
0	No efecto aparente
1-14	Síntomas ligeros de clorosis, necrosis, achaparramiento, y malformaciones. Los daños no se manifiestan en el rendimiento.
15-24	Síntomas regulares de clorosis, necrosis y malformaciones. Los daños afectan ligeramente al rendimiento.
30-49	Síntomas severos de clorosis, necrosis, achaparramiento, etc. Los daños pueden reflejarse en el rendimiento de regular a severamente.
50-59	Reducción de población de 1 -19%
60-69	Reducción de población de 20-39%
70-79	Reducción de población de 40-59%
80-89	Reducción de población de 60-79%
90-99	Reducción de población de 80-99%
100	Reducción de población de 100%

La aplicación de las escalas se hace estimando al cultivo o maleza en comparación con el testigo no tratado.

Los métodos de valoración cuantitativos son métodos objetivos que miden la efectividad y la selectividad de un compuesto por medio de:

- A. Conteos de malezas
- B. Peso fresco y seco de plantas (maleza - cultivo)
- C. Altura de plantas
- D. Rendimiento

El efecto completo del herbicida no puede determinarse si no mediante el rendimiento del cultivo, (Frans, et al, 1980).

Para conocer el efecto fitotóxico de un herbicida sobre un cultivo, es necesario practicar un deshierbe manual después de la aplicación del producto, ya que de otra manera siempre existirá la interacción fitotoxicidad - porcentaje de control.

Recientemente, han sido presentados algunos experimentos en control de malezas, donde el efecto de la interacción fitotoxicidad - porcentaje de control es valuado por medio de parámetros fisiotécnicos tales como altura de la planta, índice de área foliar, número de macoyos, número de espigas por planta, granos por espiga, etc., (González, 1985). Estos ensayos ocupan mucho más tiempo que los métodos cuantitativos comunes pero proporcionan información más amplia y precisa acerca del efecto total del herbicida.

1.4.- Características del Herbicida Fomesafen.

El Fomesafen al igual que el Fluorodifen, Nitrofen, Nitrofluorfen, Acifluorfen, Diclorofop y Benifop, forman parte del grupo de herbicidas denominado difeniléteres.

Los herbicidas de este grupo se han empleado en el control de malezas anuales en diversos cultivos, tanto en preemergencia -- como en postemergencia.

Su acción es por contacto; son absorbidos por hojas y raíces, y poco translocados, (Ashton et al, 1981).

1.4.1.- Estructura química y propiedades físicas.

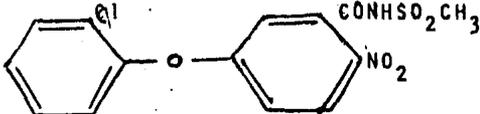
Nombre químico : Fórmula
5-(cloro-4-(trifluorometil)fenoxil)-
n-metilsulfonil-2-nitrobenzamida.

Nombre común : Fomesafen

Nombre del producto : "Flex"

Numero del código : PP021

Fórmula molecular : $C_{15}H_{10}ClF_3N_2O_6S$

Fórmula estructural : 

Aspecto : Sólido cristalino blanco.

Punto de fusión : 220-221^oC.

Densidad : 1,28 gr. cm³. a 20^oC.

Estabilidad : Estable durante 6 meses a 50^oC.

Solubilidad	: La solubilidad en agua depende del PH. 10 ppm, a PH de 1-2. Soluble en una variedad de disolventes orgánicos
Aspecto del producto comercial	: Líquido límpido de color amarillo claro.
Punto inflamación	: No combustible
Densidad	: $1,07 \pm 0,01 \text{ gr.cm}^3$ 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 .

1.4.2.- Absorción y translocación. La absorción es el proceso de penetración del herbicida a la planta, generalmente éste se da -- por las hojas y las raíces, aunque ocasionalmente puede haber -- absorción por tallos y puntos de crecimiento.

El Fomesafen es absorbido por las hojas al momento de aplicación, y por las raíces después que se ha presentado una lluvia que lo arrastra a la rizósfera.

Por translocación se conoce al movimiento de un herbicida en el interior de la planta, esto es, desde el punto de absorción hasta los sitios de acción distantes de éste.

Las vías mediante las que se lleva a cabo la translocación son: (1) simplástica, cuando el herbicida atraviesa de una célula a otra por los plasmodesmos hasta llegar al floema; (2) apoplástica, cuando sigue el curso del agua, es decir por las vías de los espacios intercelulares y el xilema y (3) aposimplástica, cuando

se transloca pasando de una vía a la otra.

En el caso específico de Fomesafen, difícilmente se transloca por el floema, y en el xilema la translocación es muy variable de acuerdo con las especies y el estado de crecimiento de éstas, por esta razón no se considera que el Fomesafen sea un herbicida de acción sistémica.

11.4.3.- Respuesta bioquímica. Se define la respuesta bioquímica - como la serie de cambios que se operan en el protoplasto de la célula cuando el herbicida penetra en ella (Ashton, et al, 1981).

Los herbicidas pueden actuar sobre diferentes vías metabólicas celulares como: la respiración y transporte electrónico en las mitocondrias, o la fotosíntesis o el metabolismo de los ácidos nucleicos, la síntesis de proteínas y la síntesis de lípidos.

Existe poca información referente a la respuesta bioquímica de las células al efecto del Fomesafen que permitan definir -- con exactitud el sitio primario de acción del herbicida.

Sin embargo los trabajos con otros herbicidas difeniléteres han sugerido que la presencia de la luz es necesaria para su acción y esto ha apuntado la atención sobre los cloroplastos para dilucidar el sitio específico de ataque de estos herbicidas.

En un estudio de la interacción de los cloroplastos con -- inhibidores, donde se incluyó al Fomesafen y al Nitrofluorfen, se encontró que: en tanto que el Nitrofluorfen es un buen inhibidor del transporte electrónico, el Fomesafen presenta una inhibición muy pobre para suponer que su acción herbicida se debe a ella. --- (Stuart, 1983).

En este mismo experimento se determinó que una característica común en los difeniléteres estudiados, es su capacidad para inducir estimulación de asimilación de O_2 en el transporte electrónico pseudocíclico. Esto está asociado con la producción de superóxidos, que se sabe conducen a la peroxidación de los lípidos. Adicionalmente, se encontró que cuando se aplicaba un inhibidor del transporte electrónico, el Fomesafen perdía su capacidad para generar superóxidos, de lo que se dedujo que la producción de estos es dependiente del transporte electrónico.

Los resultados presentados por Stuart (1983), coinciden con los reportados por Pereira et al (1971, citado por Ashton, 1981), quien señala que el efecto del nitrofen sobre la fotosíntesis y la respiración es complementado por un incremento en la asimilación de O_2 .

Por otra parte Vanstone (1978, citado por Ashton, 1981), ha señalado que la evidencia preliminar sugiere que el nitrofen y el oxifluorfen afectan a la fotosíntesis y a la respiración solo después que el tejido foliar comienza a marchitarse.

1.4.4.- Sintomatología. La sintomatología es el conjunto de cambios morfofisiológicos visibles, que presenta la planta después de la aplicación del herbicida.

En el caso de los síntomas que provoca el Fomesafen en especies susceptibles son: necrosis foliar, desecación y finalmente la muerte de la planta; en las semillas se inhibe la germinación. Los síntomas son atribuidos a la pérdida de integridad de las membranas celulares, (Ashton et al, 1981)

En especies tolerantes como la soya, cuando la dosis de aplicación es elevada se observan manchas foliares, deformación y arrugamiento de las hojas (Plant Protection Division, ICI).

1.4.5.- Selectividad. El término selectividad se refiere al hecho de que bajo un conjunto de condiciones dadas, ciertas especies de plantas (hierbas) son destruidas mientras que otras plantas resultan poco o nada dañadas.

Algunos experimentos con herbicidas difenileteres han mostrado que la selectividad se debe a la absorción y penetración selectivas, (Pereira 1971 citado por Ashton 1981). Sin embargo, la selectividad del Fomesafen hacia la soya, se debe a su capacidad de romper rápidamente (en 8 horas), el enlace eterdifénlico del Fomesafen, en tanto otras especies susceptibles como el maíz y Xanthium spp. tardan más de siete días. La soya se ha mostrado tolerante a dosis hasta de 4 kg.i.a/ha. (Plant Protection Division, ICI).

Estudios recientes (Carrera, et al 1985, Velázquez, et al 1985, Mojica, et al 1985) indican que el frijol (P. vulgaris) es tolerante a dosis hasta de 0.375 kg.i.a/ha. de Fomesafen.

1.4.6.- Resultados en control de malezas con Fomesafen. El término control de malezas se refiere a la acción de limitar la infestación de malezas a niveles que no representan competencia para el cultivo.

El boletín de datos del Fomesafen, indica una larga lista de malezas que se combaten con este herbicida.

De acuerdo con la fuente anterior los ensayos a nivel mundial apuntan los siguientes resultados:

En Argentina, se ha controlado: Datura ferox, hasta en un 99% con dosis de 0.375 kg.i.a/ha. Amaranthus sp. . hasta un 97% con la misma dosis, superando a Bentazon (0.750 kg.i.a/ha) y -- Acifluorfen (0.224 kg.i.a/ha).

En Brasil, el control se ha logrado en Bidens spp. (6-7 hojas), hasta en un 98% con 0.5 kg i.a/ha. mejor que Bentazon (32%) y Acifluorfen (52%) en 0.75 y 0.34 kg i.a/ha respectivamente. - Euphorbia (4-6 hojas) se controló hasta en un 94% con 0.5 kg i.a/ha. igual a Acifluorfen 0.75 kg i.a/ha. Sida s.p. (1-2 hojas) se combatió hasta un 90% con 0.75kg i.a/ha. sin embargo, con 4-6 hojas esta misma dosis sólo ejerció control sobre un 28% del total de maleza.

En Canadá. Abutilon spp. (3-4 hojas) fue controlado hasta un 95% con 0.5 kg i.a/ha. comparable a Acifluorfen en la misma - dosis pero inferior a Bentazon (1.0 kg i.a/ha.).

En E.U., Xanthium spp. (5 cm) se controló en un 99% con 0.84 kg i.a/ha. igual a Acifluorfen (0.56 kg i.a/ha.). Esta misma especie con 10-30 cm. de altura, sólo se controló en un 46% con la misma dosis. Ipomea s p. (15-45 cm.) fue controlada en - un 99% con 0.56 kg. i.a/ha. mejor que Acifluorfen y Bentazon -- 0.56 y 0.84 kg i.a/ha. respectivamente.

1.4.7.- Toxicología y residualidad. La dosis letal (DL 50) oral del Fomesafen se encuentra entre los 1250 y 2000 mg, el Fomesafen es un irritante leve de la piel de los animales de laboratorio, y moderadamente irritante de los ojos.

Los residuos del Fomesafen en soya, a dosis de aplicación de entre 0.125 y 2.2 kg. i.a/ha. y cosechando a 100-181 días de

la aplicación son menores a 0.01 mg/kg.

En el suelo, la degradación de este herbicida depende de las condiciones de anaerobiosis. En condiciones aeróbicas el Fomesafen permanece hasta 6 meses en el suelo. Sin embargo bajo anaerobiosis se degrada en menos de un mes.

El Fomesafen es muy estable en el agua cuando se encuentra en la obscuridad. Pero en presencia de luz se da una fotodesintegración de 60% en 62 días.

En cuanto a sus efectos en la fauna, los estudios indican que para el pato silvestre la DL50 oral es de 5000 mg/kg. En abejas la DL50 oral es superior a los 50 mg. de Fomesafen por abeja, al contacto es superior a 100 mg. En lombrices de tierra, solo dosis diez veces superiores a la normal, afectan a la especie Allophora longal nocturna.

1.4.8.- Recomendaciones técnicas para el uso de Fomesafen. Las dosis recomendadas para el control de malezas de hoja ancha en soya son de 0.250 a 0.750 kg i.a/ha., variando de acuerdo a la especie que se presenta en mayor abundancia.

Los volúmenes de aplicación más usuales son de 250 a 400 litros por hectárea en aplicación terrestre. En general se consideran mejores los volúmenes mayores, por que dan cobertura necesaria para la acción del herbicida de contacto.

La presión de pulverización puede ser de 40 libras por pulgada cuadrada, sin embargo las presiones mayores proporcionan mejor control probablemente debido a la penetración más eficiente en el follaje de las malezas. La adición de humectantes se ha

señalado necesaria para la acción de este herbicida. Las concentraciones usadas son de 0.1 % Volumen / Volumen (V/V), y 0.2% V/V, a mayor concentración se logra mejor control, pero se corre el riesgo de incrementar la fitotoxicidad del cultivo.

Las recomendaciones sobre el momento adecuado para la aplicación de Fomesafen indican lo siguiente:

- 1.- El Fomesafen es eficaz contra las hierbas en crecimiento activo, cuando hay temperatura y humedad elevadas. Tales condiciones combinadas con alta insolación son también las que causan más fitotoxicidad.
- 2.- Con baja humedad de suelo, se reduce la actividad del herbicida.
- 3.- Una lluvia después de 4 horas de la aplicación no afecta su acción.
- 4.- Las precipitaciones que se presenten en la primera semana posterior a la aplicación del herbicida, lo transporta al suelo así incrementa el control gracias a la absorción por raíz.
- 5.- La persistencia del herbicida en el suelo se prolonga por más de cinco meses, y ésto puede resultar nocivo para los cultivos subsecuentes, que sean susceptibles, tales como maíz y sorgo.

1.5. Control de Malezas en Frijol.

El problema de competencia con malezas afecta al cultivo de frijol de manera muy significativa. Las malezas compiten por la luz, el agua y los nutrientes, son hospederas de plagas y enfermedades, pueden cruzarse en algunos casos con las especies -- cultivadas, sus semillas pueden contaminar la cosecha, y difícilmente la misma.

Existen estudios para valorar en forma estadística el daño causado por las hierbas en el cultivo del frijol, así algunos informes (Crispín, 1981), mencionan reducciones del rendimiento de cosecha hasta de un 85% cuando no se realiza el control de maleza oportunamente, dentro de los primeros 30-40 días. a partir de la siembra, que es el período crítico de competencia para este cultivo.

Cuando la invasión de malezas se presenta en etapas del -- desarrollo del cultivo avanzadas, no se da una reducción drástica de rendimiento, pero sí se entorpecen las labores de la cosecha.

Ahora bien, el control de malezas en frijol se puede realizar principalmente por medio físicos, ya sean manuales o mecánicos que presentan las características siguientes:

El deshierbe manual se realiza arrancando las hierbas de raíz, cuando éstas son aún pequeñas, y tienen la ventaja de ser un método poco o nada lesivo para el cultivo. Sin embargo, es -- una labor muy costosa y que ocupa mucho tiempo.

La escarda con azadón es empleada en muchas zonas donde se

cultiva frijol de manera tradicional. El azadón solo corta la hierba por encima de la superficie del suelo y tiene la desventaja de que puede dañar los tallos y la raíz de las plantas de frijol.

La escarda con cultivadora rotativa, y el aporque con arados de vertederas son dos alternativas buenas y rápidas para eliminar la hierba. Su principal desventaja es que no destruye las malezas que se hayan dentro de la hilera de plantas, y ocasionalmente causa daño al frijol.

El control químico de malezas de frijol es por muchas razones el medio menos empleado en nuestro País. Sólo en algunas regiones agrícolas altamente tecnificadas, donde la mano de obra es cara y las superficies sembradas con este cultivo son extensas, se aplican herbicidas de manera un poco más generalizada.

Los principales motivos para que el control químico en el frijol no haya cobrado la popularidad que tiene en otros cultivos son: (1) que el mayor porcentaje de cultivo del frijol (90%) se siembra en temporal; (2) el nivel socioeconómico de los campesinos que cultivan frijol, no permite el uso de insumos caros y de manejo complicado, como son los herbicidas; y (3) el control químico de malezas en este cultivo no ha mostrado resultado tan evidente como en algunos otros cultivos (p.ejem. 2, 4-D en las gramíneas).

Existen en el mercado un número limitado de herbicidas selectivos para frijol, éstos son en su mayoría de aplicación premergente o incorporados en presiembra y sólo unos cuantos son -

recomendados en postemergencia.

Las recomendaciones técnicas del INIA indican que para las siembras de frijol en Zacatecas, los herbicidas (preemergentes) - más indicados son: Afaion (0.75 kg/ha) + Lazo (2 lt), que muestran buen control y poder residual así como baja fitotoxicidad, favoreciendo rendimientos iguales al testigo deshierbado mecánicamente, (Diagnóstico de la Investigación realizada por INIA, 1982).

Para la región de los Altos de Jalisco, se recomienda la aplicación de mezclas a base de Lazo + Bladex; Lazo en dosis de 2 lt + 0.75 kg/ha. y un cultivo adicional a los 35 días.

Para el Valle de México se mencionan los mismos preemergentes y el Bazagran 1.5 lt X ha., 20 días después de emergida la planta.

En general las recomendaciones del INIA indican que es necesario hacer una escarda adicional al tratamiento químico.

En los congresos de la Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza, se han presentado los resultados de experimentos en control químico de malezas en frijol en México. A continuación se mencionan algunos de ellos.

En una comparación de herbicidas para control de malezas en frijol, en Chapingo, Tasistro, et al (1980), encontraron que - los tratamientos más eficientes para controlar hoja ancha fueron: la escarda a 20-40 días, el Dinoseb 7.2 kg X ha. en preemergencia, y el Acifluorfen (postermergente) en dosis de 0.448 y - 0.672 kg X ha. (l.a).

En cuanto al control de hoja angosta los mejores herbicidas fueron: Metolaclor 2.0 y 1.5 kg i.a/ha. Alaclor 1.92 kg i.a/ha. la escarda 20-40 días y la Prometrina 0.5 kg i.a/ha.

En este mismo estudio se mostró una correspondencia notoria entre el número de vainas por planta y el grado de control y la fitotoxicidad presentada por el cultivo.

Mojica et al (1985), efectuaron una comparación de herbicidas postemergentes en frijol y chícharo. Los herbicidas utilizados en la prueba fueron: Acifluorfen, Bentazon, y Fomesafen. Los resultados obtenidos en este trabajo son: que el Fomesafen - en 0.1 y 1.5 lt.m.c/ha. proporcionó el mejor control sobre las malezas presentes (Portulaca olearacea, Chenopodium s.p., --- Amaranthus sp., Sonchus o)aracea y Sisynos angulata).

En otro estudio sobre frijol Canario 101, que involucró a los mismos herbicidas, además de sus mezclas con Fluazifop-butil, Velázquez, et al (1985) observaron que la mezcla de Fomesafen - (2 lt. m.c/ha.) + Fluazifop-Butil (1 y 2 lt mc/ha) logró control sobre: Chenopodium sp. Sicyos angulata, Galinzoga Parviflora; - Amaranthus híbrídus y otras malezas.

Con respecto a la fitotoxicidad al cultivo, estos autores mencionan que Acifluorfen (1, 1.5 y 2.0 lt m.c./ha) + Fluazifop-butil (1.0 y 2.0 lt m.c./ha) causaron daños al cultivo cercanos al 40 por ciento.

En Tepozotlán, Edo. de México Carrera et al (1985) probaron al Fomesafen y al Bentazon, solos y en mezclas con Fluazifop-butil, sobre Canario 101., en este experimento: Galinzoga ---- parviflora: Simsia amplexicaulis Cov; Amaranthus híbrídus L; ---

Cyperus esculentus L; y Brassica campestris, fueron controlados con Fomesafen (0.250 y 0.375 kg i.a./ha.) y las mezclas de éste con Fluazifop-butil (0.375 kg i.a./ha).

Los resultados de fitotoxicidad señalan que estos mismos herbicidas en sus dosis más altas son las que afectan al frijol.

La valoración de herbicidas postemergentes para frijol en el Bajío, sugieren que Bazagran (2.5 lt m.c./ha) y Amitrole -- (0.5-2 lt/ha), ejercen control sobre: Thitonia tubaeformis; -- Amaranthus hybridus; Portulaca olearacea; e Impomoea purpurea. En tanto que Diclofop (4-5 lt/ha) y Fluazifop-butil (2-3 lt/ha) controlan a Setaria verticillata, (Macouzet et al, 1982) .

II MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción de la localidad.

2.1.1 Ubicación. El experimento se estableció en los terrenos de la "Quinta Lorena", que se encuentra ubicada sobre un costado de la carretera que va de Tepozotlán a Villa del Carbón, a unos tres kilómetros del poblado de Santa Cruz, municipio de Tepozotlán, Edo. de México.

2.1.2 Clima. La estación climatológica de Tepozotlán localizada en las coordenadas $19^{\circ} 43'$ latitud Norte y $99^{\circ} 14'$ longitud Poniente, a una altitud de 2,450 m.s.n.m., reporta una temperatura media anual de 15.7°C ., con una mínima de 11.8 grados $^{\circ}\text{C}$. durante el mes de enero y una máxima de 18.3°C . durante el mes de junio. La precipitación media anual es de 620 mm., concentrados en los meses de mayo a septiembre.

La presencia de heladas es frecuente entre los meses de octubre y marzo. Las granizadas ocurren en los meses de abril y mayo generalmente. En ocasiones se presentan heladas y granizo durante los meses del verano.

La estación de crecimiento de los cultivos temporales, se inicia a mediados del mes de mayo y finaliza en septiembre. Durante estos meses las temperaturas oscilan entre los 15 y 18 grados $^{\circ}\text{C}$., y la precipita -

ción que se acumula es de unos 500 mm, suficiente - para que prosperen los cultivos de verano.

2.1.3 Suelo. Los análisis practicados en el laboratorio de manejo y fertilidad de suelo de la "Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán", a las muestras tomadas del terreno donde se efectuó el experimento, arrojaron los siguientes resultados.

Contenido de materia orgánica: = 2.3%; pH = 7.1

Textura: migajón Arcilloso.

2.1.4 Vegetación. En toda la área aledaña a los terrenos de la siembra, la vegetación original a sido removida para establecer cultivos.

La vegetación silvestre que se encuentra en su mayoría son plantas arvenses introducidas, o vegetación secundaria derivada de la perturbación.

Dentro de la parcela experimental las especies colectadas e identificadas fueron: Galzonga parviflora (estrellita); Simsia amplexicaulis; Brassica Campestris L. - (nabo); Impomoea purpurea (gloria de la mañana); Cyperus esculentus (coquillo); Rumex acetocella (Lengua de vaca); Poligonum sp; Solanum rostratum (duraznillo); Bidens sp; Portulaca olearacea (verdolaga); Amaranthus hybridus - (quelite) y otras que por su escasa abundancia no fueron colectadas.

2.2 Preparación del Terreno.

Consistió básicamente en barbecho a 30 cm. de profundidad y un paso de rastra agrícola. El surcado se hizo a 80 cm. de distancia.

2.3 Siembra y Fertilización.

La siembra se efectuó el día 8 de Junio de 1985, dentro de las fechas de siembra indicadas para el ciclo Primavera-Verano.

La semilla se depositó en la costilla del surco por tratarse de suelos pesados.

La distancia entre plantas fue de 10 cm. para todas las variedades, y la profundidad de siembra de 4 - 5 cm.

En cada sitio se colocaron de 2 a 3 semillas para asegurar una buena población de plantas, después de 20 días de la siembra se hizo un aclareo a dejar una sola mata por golpe.

La fórmula de fertilización que se utilizó fue 40-40-00, a base de urea (46%) y superfosfato de calcio triple (46%), aplicados al momento de la siembra a un costado de las semillas.

2.4 Labores de Cultivo.

Excepto en los testigos deshierbados mecánicamente, no se realizó ninguna labor después de la fertilización.

2.5 Aplicación de Productos Agroquímicos.

Fue necesario hacer algunas aplicaciones de insecticidas y fungicidas. Además se hizo una aplicación de fertilizantes foliar.

Los pesticidas aplicados fueron: Sevin 80 (1.5 kg X ha), para combatir saltamontes (Acrididae. sp.); Paratión metílico 50% (2.0 lt x ha) para combatir el picudo del ejote (Apion godmani); y una aplicación de Difenolatan (1.5 Kg x ha), para evitar la diseminación de un brote de "Chahuixtle" (Uromyces phaseoli).

El fertilizante foliar se aplicó en el periodo de floración en dosis de 1 kg x ha. La finalidad de la aplicación fué el tener una condición óptima y uniforme en las hojas de las 7 variedades de frijol para poder detectar cualquier cambio después de la aplicación del herbicida.

2.6 Diseño Experimental.

Se eligió un diseño experimental de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, con dos repeticiones que permitiera analizar el efecto de las dosis del herbicida

sobre la fitotoxicidad, el control de malezas y el rendimiento de las siete variedades mejoradas de frijol, así como determinar los efectos de las interacciones respectivas.

Los tratamientos (dosis del herbicida Fomesafen), fueron: 0.125; 0.250; 0.375; 0.5; 0.75; 1.0 kg. l.a./ha, además se incluyó un testigo deshierbado mecánicamente y otro permanentemente enmalezado, con dos repeticiones

Los tratamientos y subtratamientos se indican en el Cuadro 2.

El tamaño de cada unidad experimental fue de 5.52 metros cuadrados (2.4 X 2.35 m), conteniendo aproximadamente 70 plantas de frijol.

C u a d r o 2 .

T R T A M I E N T O S		S U B T R A T A M I E N T O S	
t 1	Testigo deshierbado	st 1	Jamapa
t 2	0.125 Kg. l.a./ha Fomesafen	st 2	Amarillo
t 3	0.25 Kg. l.a./ha Fomesafen	st 3	Canario 101
t 4	0.375 Kg. l.a./ha Fomesafen	st 4	Rosita
t 5	0.50 Kg. l.a./ha Fomesafen	st 5	Canario 107
t 6	0.75 Kg l.a./ha Fomesafen	st 6	Negro Puebla
t 7	1.0 Kg. l.a./ha Fomesafen	st 7	Bayo Gordo
t 8	Testigo enmalezado		

En el Cuadro 3 se muestran las características de las variedades arriba señaladas.

La figura 6, muestra la distribución de las parcelas en el campo.

2.7 Observaciones de Campo y Metodología de Evaluación.

En el campo se estimó la fitotoxicidad por medio de la necrosis foliar; la necrosis de yemas; y la altura de las plantas de frijol.

Todas las observaciones se hicieron sobre cinco plantas de frijol tomadas de la porción central del surco de enmedio en cada parcela experimental, quince días después de aplicado el herbicida.

En la muestra seleccionada, se contaron las hojas y las yemas necróticas, ubicado en cada caso el daño dentro de una escala con tres niveles de severidad del daño:

- | | | | |
|----|-----------------|---|--|
| a) | Daño severo | = | Pérdida total de la estructura (hoja o yema) |
| b) | Daño intermedio | = | Pérdida de un 50% de la estructura. |
| c) | Daño leve | = | Pérdida del 10% de la estructura. |

La altura de las plantas se midió desde el suelo hasta

Cuadro No. 3, Características de las variedades de frijol utilizadas en el experimento.

Variedad	hábito de crecimiento.	días a floración	Color de la flor	días a maduros	Color de semilla	Resistencia a enfermedades.				Lugares donde se cultiva.
						A	R	B	M	
Amarillo 153	Guía	60	Blanca	130	Amarillo brillante.	1	1	2	0	Edo. de México, Tlaxcala.
Bayo Gordo 224	Semiguía	55	Morada	110	Bayo opaco	2	2	0	0	Zacatecas, Durango, Chihuahua, Nvo. León.
Canario 101	Mata	48	Rosada	92	Amarillo opaca	1	1	4	1	Ags., Dgo., Gto., Qto., Mich., Chih., Col., Sin.
Canario 107	Mata	48	Rosada	92	Amarillo opaca	1	1	4	1	Yuc., Ags., Chih., -- Gto., Jalisco.
Jamapa	Semiguía	54	Morada	120	Negro opaco	0	1	0	1	Gro., Mor., Nvo. León., Oax., Pue., Tamps., Col., Chis., Jal., Mich., Nay., Q. Roo., S.L.P. Sin., Tab., Ver. y Yuc.
Negro Puebla	Guía	62	Morada	120	Negro opaco	1	1	2	0	Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Edo. de Méx. y Jalisco.
Rosita	Guía	60	Blanca	130	Rosado poco uníformo.	-	-	-	-	Querétaro y Michoacán.

NOTA:

A = Antracnosis
R = Roya
B = Bacterias
M = Mosaico Común.

0 = Muy susceptible
1 = Susceptible
2 = Moderadamente susceptible
3 = Moderadamente resistente
4 = Resistente.

* Fuente, Publicaciones del Instituto Nacional de Investigación Agrícola.

O R I L L A

t 4 st 4	t 3 st 7	t 6 st 1	t 8 st 6	t 7 st 1	t 1 st 7	t 5 st 1	t 2 st 4
t 4 st 2	t 3 st 6	t 6 st 3	t 8 st 7	t 7 st 7	t 1 st 3	t 5 st 6	t 2 st 1
t 4 st 5	t 3 st 1	t 6 st 2	t 8 st 5	t 7 st 1	t 1 st 1	t 5 st 3	t 2 st 6
t 4 st 3	t 3 st 3	t 6 st 5	t 8 st 4	t 7 st 4	t 1 st 6	t 5 st 7	t 2 st 7
t 4 st 6	t 3 st 5	t 6 st 7	t 8 st 2	t 7 st 5	t 1 st 4	t 5 st 5	t 2 st 3
t 4 st 1	t 3 st 2	t 6 st 4	t 8 st 1	t 7 st 6	t 1 st 5	t 5 st 2	t 2 st 2
t 4 st 7	t 3 st 4	t 6 st 6	t 8 st 3	t 7 st 3	t 1 st 1	t 5 st 4	t 2 st 5

O R I L L A

O R I L L A

t 8 st 6	t 5 st 7	t 1 st 3	t 2 st 3	t 7 st 6	t 6 st 6	t 4 st 1	t 3 st 5
t 8 st 2	t 5 st 2	t 1 st 7	t 2 st 5	t 7 st 2	t 6 st 7	t 4 st 2	t 3 st 2
t 8 st 7	t 5 st 3	t 1 st 2	t 2 st 4	t 7 st 5	t 6 st 4	t 4 st 4	t 3 st 1
t 8 st 5	t 5 st 6	t 1 st 5	t 2 st 2	t 7 st 3	t 6 st 2	t 4 st 3	t 3 st 6
t 8 st 1	t 5 st 4	t 1 st 4	t 2 st 6	t 7 st 7	t 6 st 1	t 4 st 6	t 3 st 3
t 8 st 4	t 5 st 1	t 1 st 6	t 2 st 1	t 7 st 4	t 6 st 5	t 4 st 7	t 3 st 7
t 8 st 3	t 5 st 5	t 1 st 1	t 2 st 7	t 7 st 1	t 6 st 3	t 4 st 5	t 3 st 4

O R I L L A

Figura 6 , Distribución de las Parcelas Experimentales en el Campo,

el ápice de la planta, esta determinación resultó un poco subjetiva en las variedades de crecimiento inde- terminado debido a la emisión temprana de guías en algunas plantas.

El rendimiento por hectárea se calculó pesando el gra- no producido por 10 plantas en cada tratamiento y mul- tiplicándolo por 12 500, ya que la densidad de pobla- ción fue de 125 000 plantas por hectárea. Adicional- mente se cuantificó el número de vainas por plantas - para cada dosis tratamiento y variedad. Los paráme- tros del rendimiento y la altura de planta se proce- saron estadísticamente mediante el análisis de varian- za, y la comparación de medias $DSH=q (GL; 0.05) \sqrt{\frac{2q}{R}}$.

Se hicieron las correlaciones entre, altura de las - plantas y el número de vainas por planta, en relación con el rendimiento.

El control de malezas se estimó haciendo comparaciones visuales entre las parcelas tratadas y el testigo per- manentemente enmalezado.

2.8 Aplicación del Herbicida.

2.8.1 Equipo y preparación de la mezcla. El equipo empleado fue una mochila de mano con boquilla Teejet 8004.

El herbicida se preparó para un volumen de aplicación de 400 Lt/ha. Con este volumen elevado se mejoró la cobertura del producto y se redujo el riesgo de una sobredosisificación.

La concentración de humectante Agral Plus fue del 0.2% V/V.

2.8.2 Condiciones de la aplicación.

Las aplicaciones se efectuaron el día 13 de julio, - cuando la mayoría de las variedades de frijol presentaban 5 o más hojas trifoliadas y las malezas tenían una altura promedio de 15 cm.

Posterior a la aplicación del herbicida se presentó una lluvia fuerte, que obligó a hacer una segunda aplicación de herbicida. Con esto se duplicó la cantidad del herbicida en el suelo.

La semana siguiente a la aplicación del Fomesafen, cayó una granizada que dañó el cultivo y dificultó sobre manera la determinación de la fitotoxicidad.

3.1 Rendimiento.

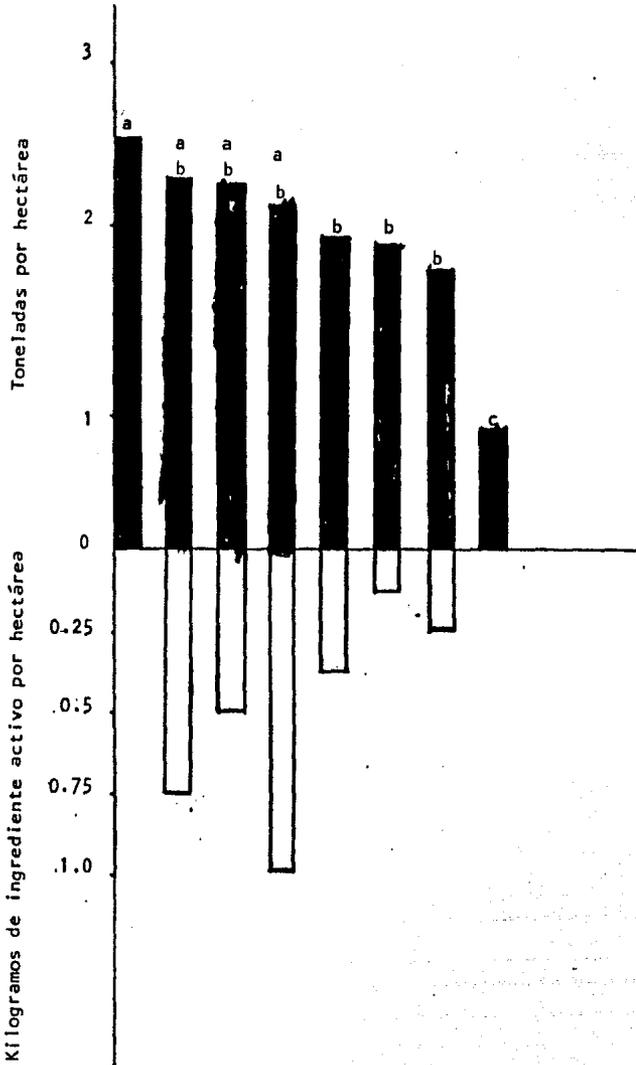
En el Cuadro 4, se muestran los resultados del análisis de varianza de este parámetro. Tal como se observa, existieron diferencias altamente significativas en el efecto de las dosis de herbicida en el rendimiento del frijol. También se encontraron diferencias en el rendimiento de las 7 variedades de frijol, pero no en la interacción de la dosis con la variedad.

Cuadro 4, ANDEVA del rendimiento (Ton / ha).

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	F(0.05)	F(0.01)
Bloques	1	0.33	0.33	0.8	5.59	12.25
Dosis	7	28.82	4.11	10.02**	3.79	6.99
Error A	7	2.85	0.41			
Subtotal	15	32.00				
Variedades	6	12.31	2.05	2.44*	2.29	3.2
Dosis X Variedad	42	12.50	0.29	0.34	1.61	1.98
Error B	48	40.15	0.84			
Total	111	64.96				

La comparación de medias del rendimiento (Cuadro 5) indica que los rendimientos más altos se presentaron con las dosis de 0.5, 0.75 y 1.0 Kg. l.a/ha, que fueron estadísticamente iguales al rendimiento del testigo deshierbado mecánicamente. Por otra parte, el menor rendimiento se registró en el testigo con maleza que fué estadísticamente diferente al de las parcelas tratadas con herbicida.

Grafica 1, Rendimiento a Diferentes Dosis de Fomesafen



Cuadro 5. Comparación de Medias para el Rendimiento DSH (≤ 0.05).

Dosis Kg. i.a/ha.	Media Ton / ha.
Testigo sin maleza	2.53 a
0.75	2.28 a b
0.5	2.26 a b
1.0	2.13 a b
0.375	1.94 b
0.125	1.89 b
0.250	1.73 b
Testigo con maleza	0.75 c

El comportamiento del rendimiento en función de la dosis de herbicida se presenta en la gráfica 1. Como se aprecia, -- las tres dosis mayores de herbicida presentan rendimientos -- iguales al testigo sin maleza, en tanto que el testigo con ma- leza muestra el menor rendimiento.

El resultado de las correlaciones del rendimiento con -- otros parámetros se presenta en el cuadro 6; de acuerdo con és te, sólo el número de vainas por planta estuvo correlacionado -- con el rendimiento.

Cuadro 6, Correlaciones obtenidas

Parámetro	Rendimiento	Valor de r
Altura de planta		0.212
Vainas por planta		0.98

3.2 Control de malezas

El control de malezas a diferentes dosis de herbicida se muestra en el Cuadro 7.

De las malezas presentes en el experimento las que presentaron mayor susceptibilidad al Fomesafen fueron: Portulaca olearacea; Amaranthus hybridus; y Bidens spp., ya que se obtuvo un buen control de ellos con dosis incluso de 0.125 Kg. i.a./ha.

Por el contrario Galinzoga parviflora fue controlada satisfactoriamente sólo con dosis mayores de 0.5 Kg. i.a./ha, y Simsia amplexicaulis requirió de dosis de cuando menos 0.375 para controlarse en un 80%.

Cuadro 7, % Control por especie en las diferentes dosis.

Maleza	Dosis Kg. i.a./ha.					
	0.125	0.25	0.375	0.5	0.75	1.0
<u>Galinzoga parviflora</u>	10	40	70	90	95	99
<u>Simsia amplexicaulis</u>	30	50	80	95	99	99
<u>Cyperus esculentus</u>	50	60	60	75	90	100
<u>Poligonum sp.</u>	40	60	70	85	99	100
<u>Ipomoea purpurea</u>	60	85	99	100	100	100
<u>Rumex acetocella</u>	75	85	99	100	100	100
<u>Brassica campestris</u>	80	90	99	100	100	100
<u>Solanum rostratum</u>	80	90	99	100	100	100
<u>Portulaca olearacea</u>	85	95	100	100	100	100
<u>Amaranthus hybridus</u>	85	95	100	100	100	100
<u>Bidens sp.</u>	85	95	100	100	100	100

Las malezas más difíciles de controlar fueron las que se encontraban entre las hileras de plantas de frijol.

3.3 Fitotoxicidad

En los tratamientos con dosis altas la fitotoxicidad se manifestó sobre todas las variedades de frijol como: (1) Necrosis y desecación de las láminas foliares, (2) La necrosis del ápice y de las yemas laterales y (3) la reducción del crecimiento. Adicionalmente, algunas plantas presentaron malformaciones (hiperplásias) en las hojas trifoliadas.

IV.3.2 Necrosis foliar y necrosis de yemas

Tanto la necrosis foliar como la necrosis de yemas se manifestó de manera más aguda en los tratamientos con dosis altas (0.75) y 1.0 kg i.a./ha.

Los conteos de daños y la apreciación visual de éstos, indican que las variedades más susceptibles al efecto fitotóxico del Fomesafen son Rosita y Canario 101, ya que sobre éstas se encontró la mayor cantidad de hojas necróticas y de hojas hiperplásicas.

Por otra parte, las variedades Bayo gordo y Amarillo, resultaron las menos afectadas por el Fomesafen, con poco o nulo daño foliar y de yemas, incluso a dosis 1.0 kg i.a./ha.

Los síntomas de fitotoxicidad desaparecieron de todas las variedades después de 1 mes de efectuada la aplicación del herbicida.

IV.3.1. Altura de planta

El análisis de varianza de la altura de las plantas medida 15 días después de la aplicación del herbicida (Cuadro 8), indican que existieron diferencias significativas entre la altura de las plantas a diferentes dosis de herbicida. Así mismo, se encontraron diferencias altamente significativas entre la altura de las diferentes variedades de frijol, pero no hubo diferencias entre las interacciones dosis por variedad.

Fuentes de Variación	GL.	SC.	CM.	FC.	F(0.05)	F(0.01)
Bloques	1	364.65	364.65	4.3	5.99	
Dosis	6	3420.04	541.5	5.99*	4.28	8.47
Error A	6	541.92	90.32			
Variedades	6	15082.0	2513.66	18.43**	2.34	3.29
Dosis X Variedad	36	1466.45	49.73	0.29		
Error B	42	5725.725	136.32			
Total	95	22274.175				

La comparación de medias (DSH $\alpha = 0.05$; Cuadro 9) de este parámetro, nos muestra que la mayor altura de planta se encontró con la dosis de herbicida más baja (0.125 kg. i.a./ha) que fué estadísticamente igual al testigo deshierbado - mecánicamente y que la dosis de 0.250 kg.i.a./ha. En tanto que las plantas de los tratamientos con 0.5, 0.75 y 1.0 kg - i.a./ha. presentaron la menor altura, estadísticamente igual entre sí, pero diferentes al resto de tratamientos.

Cuadro 9, Diferencia significativa Honesta (DSH; $\alpha = 0.05$) de la altura de planta a diferentes dosis de Fomesafen.

Dosis de Fomesafen Kg.i.a/ha.	Media
0.125	54.78 a
Testigo deshierbado	54.09 ab
0.250	53.36 ab
0.375	51.04 bc
0.50	45.88 bcd
0.75	44.17 cd
1.0	38.14 d

III. D I S C U S I O N

Los objetivos planteados para este estudio exigieron un tratamiento experimental que proporcionara la mayor cantidad de información posible; puesto que no había ningún reporte previo de aplicación del Fomesafen sobre frijol.

La utilización de un diseño experimental en parcelas divididas, permitió analizar el efecto de las dosis de herbicida sobre el rendimiento, así como la interacción de la dosis por variedad; en este sentido fue útil para aceptar o rechazar las hipótesis de trabajo planteadas. Sin embargo, no permitió distinguir entre la reducción del rendimiento causado por la fitotoxicidad y la debida a la competencia con malezas, para analizar éstas se requiere un diseño experimental en parcelas subdivididas que incorpore: tratamientos con deshierbe después de la aplicación de herbicida; y tratamientos sin deshierbe después de la aplicación, que resulta demasiado complicado por el excesivo número de unidades experimentales.

Por otra parte los diseños en bloques al azar con una sola variable sólo proporcionan información acerca del efecto de las dosis del herbicida, sin considerar posibles interacciones de éste con diferentes variedades de frijol.

Con la finalidad de explorar las posibilidades de obtener una recomendación técnica preliminar para el uso del Fomesafen en frijol, no se deshierbaron las parcelas después de la aplicación del herbicida. De esta manera, y de acuerdo con lo expresado por Frans et al (1980) el rendimiento puede ser utilizado --

como un criterio de evaluación del efecto total del herbicida sobre el cultivo. Como se aprecia en los resultados del cuadro 5, los rendimientos en todas las parcelas tratadas con el herbicida presentaron un valor estadísticamente igual entre sí, pero sólo las parcelas con dosis de Fomesafen más altas (0.5, 0.75, y 1.0 kg. i.a/ha) manifestaron rendimientos iguales a los del testigo deshierbado mecánicamente, en tanto que las dosis bajas (0.375, 0.25, 0.125, kg. i.a/ha) mostraron rendimientos menores que éste. Esto indica que las parcelas donde se registró mayor control de maleza fueron las más productivas, y que el daño causado al cultivo por el herbicida, en estas dosis altas no afectó significativamente al rendimiento de las variedades.

De igual manera, se observa que la interacción entre dosis y variedades de frijol no muestra diferencias estadísticas, de lo que se deduce que la selectividad del Fomesafen, en cuanto al rendimiento de las 7 variedades probadas, es igual.

El rendimiento del testigo permanentemente con maleza fue 70% menor al del testigo deshierbado mecánicamente, esto corrobora la observación de Crispín (1981) acerca de la reducción del rendimiento por efecto de la competencia con malezas, y permite suponer la ventaja del control químico como una componente tecnológica importante en el rendimiento de frijol.

Los síntomas de la fitotoxicidad observados, la necrosis y desecación de las láminas foliares y yemas axilares, coinciden con los reportados por la literatura. (Stuart, 1983; ICI Plant Protection Division, Ashton, et al 1981). De acuerdo con esto se

puede señalar que los daños observados en las plantas son debidos al herbicida y no a otros factores.

La mayor susceptibilidad de algunas variedades a la fitotoxicidad puede explicarse por las diferencias morfofisiológicas que existen entre éstas. No obstante que la selectividad del Fomesafen hacia la soya resulta del rompimiento del enlace eterdifenílico del herbicida (ICI Plant Protection Division), en el frijol no se han realizado los estudios específicos para comprobar que esto así sucede. Por tal razón, no se descarta la posibilidad de que la selectividad del Fomesafen hacia las diferentes variedades aquí empleadas, sea modificada por algunas características morfológicas que afecten la absorción y la penetración del herbicida, como se ha señalado que sucede con otros herbicidas - difenil éteres (Ashton et al 1981).

La altura de las plantas de frijol se vió claramente afectada por el herbicida en los tratamientos con dosis elevadas o sea que a mayor dosis menor altura. Esta reducción del crecimiento implica menor producción de materia seca (rendimiento biológico) por planta. Algunos estudios en frijol (Beltrán 1973, Molina 1975, Aguilar, et al 1977, citados por Kohashi 1979), indican que "el mayor rendimiento por planta esta asociado a una mayor producción de materia seca por planta".

El resultado de la correlación entre la altura de las plantas y el rendimiento, difieren del resultado esperado en base a lo antes mencionado. En este experimento los tratamientos que presentaron mayor fitotoxicidad fueron también los que dieron los mayores rendimientos. Esto es explicable, ya que el ren-

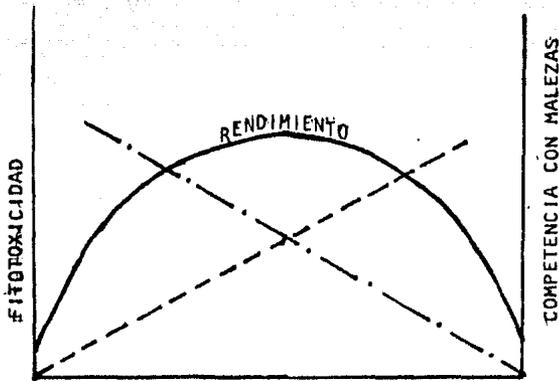
dimiento refleja el efecto combinado de la fitotoxicidad y la competencia de las malezas con el cultivo. Así, a mayor dosis, mayor fitotoxicidad pero mayor control de maleza.

En la gráfica 2 se muestra el comportamiento teórico del rendimiento, en función de la fitotoxicidad y del grado de control. A la derecha del punto de inflexión de la curva, el rendimiento se ve más afectado por la competencia que por la fitotoxicidad, en tanto que la porción izquierda de la curva, refleja el efecto de la fitotoxicidad sobre el rendimiento.

Basándose en los resultados del rendimiento obtenido en este experimento, podríamos inferir que la dosis máxima que se probó en este ensayo (1.0 kg i.a./ha) se encuentra muy cerca del punto de inflexión de la curva teórica del rendimiento.

La cantidad de herbicida que se necesitó para lograr un buen control sobre todas las especies de malezas presentes en el experimento, fue mayor que las dosis manejadas por otros autores (Velázquez et al 1985, Mojica et al 1985). El estado de desarrollo relativamente avanzado de las malezas (15cm. de altura en promedio), debe haber influido en la efectividad del Fome safen sobre éstas, reduciendo su control. Por otra parte la misma aplicación del fertilizante foliar al frijol también pudo haber creado condiciones de mayor vigor en las malezas y consecuentemente menor susceptibilidad al herbicida, y mayor competencia al cultivo.

En este experimento se encontró que Galinzoga parviflora, independientemente de su estado de desarrollo, es una especie di-



Gráfica 2, Comportamiento Teórico del Rendimiento en Función de la Fitotoxicidad y la Competencia con Malezas.

fácil de controlar con Fomesafen, misma observación reportada por Carrera et al (1985).

Finalmente se considera en esta discusión, que los resultados que se reportan fueron influenciados por varios factores adicionales a las variables manejadas. Particularmente se menciona el efecto de la doble aplicación de herbicida, que posiblemente incrementó el control de malezas vía raíces, y lo que pudo contribuir a enmascarar algunos resultados.

V. CONCLUSIONES

En este ensayo preliminar el Fomesafen mostró ciertas características deseables para usarse en frijol, como son la selectividad hacia todas las variedades y el control sobre algunas especies de malezas. Sin embargo, para emitir una recomendación técnica son necesarios otros experimentos, que permitan comparar bajo condiciones diversas, la información presentada en este trabajo. Particularmente se señala la conveniencia de efectuar experimentos sobre:

- 1) Comparación de Fomesafen con herbicidas preemergentes.
- 2) Comparación con otros métodos de control.
- 3) Diversos momentos de aplicación, bajo condiciones ecológicas variadas.
- 4) Estudios económicos de costo-beneficio.

La hipótesis planteada: "El Fomesafen es selectivo para frijol" se acepta en base a los resultados obtenidos bajo las condiciones del experimento, en tanto que se rechaza "que existen diferencias en cuanto a su selectividad hacia las 7 variedades de frijol,

VI. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anónimo, 1981; "Aportaciones del INIA a la Agricultura", SARH, INIA.
- 2.- _____; "Boletín de Datos del Fomesafen (EPQ21) ICI Plant Plant Protection Division.
- 3.- _____1982; "Diagnóstico de la Investigación Realizada por INIA, SARH.
- 4.- _____; "Frijol Negro Jamapa.", SARH, PRONASE, Gerencia Chilpancingo, Gro.
- 5.- _____1984; "Los Plaguicidas: Su Origen, Fabricación, Problemas y Necesidades." Rev. Flora, Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza.
- 6.- _____1983; "Metodología para Obtener Semillas de Calidad, Arroz, Frijol, Maíz, Sorgo." Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, -- Cali Colombia.
- 7.- Ashton M.F., A.S. Grafts, 1981; "Mode of Action of herbicides." second edition. John Wiley & Sons, New York.
- 8.- Burril L., Cárdenas J.E. y E. Locatelli, 1977; "Manual de Campo para la Investigación en Control de Malezas." Corvallis IPP/OSU.
- 9.- Calderón F.E., 1984; "Estudio de los Efectos Fitotóxicos del Herbicida Alachlor en Frijol (*P. vulgaris*), ITESM, Maestro en Ciencias en Parasitología Agrícola.
- 10.- Cárdenas R.F. 1984; "Clasificación de los Frijoles en México." SARH, - Folleto Técnico N°81, INIA.

- 11.- Carrera E.S., Fernández G.S. y Valenzuela O.O. 1985; Ensayo de Mezclas y Dosis de Fomesafen, Bentazon y Fluazifop-butil en Frijol (P. vulgaris) en Tepozotlán Edo. de México, en Resumen del VI Congreso de la SOMECIMA Taxco, Gro. 1985.
- 12.- Coy A.E. y Niles G.A. 1972; " Crop Spices Catalog for Intesified Food - Production." The Texas AGR. Exp. Station.
- 13.- Cremlyn R. 1982; " Plaguicidas Modernos y su Acción Bioquímica." editorial LIMUSA ,México.
- 14.- Crispín M.A. 1981; " El Cultivo del Frijol en México.", SARH, INIA.
- 15.- Fngleman E.M. 1979; " Contribuciones al Conocimiento del Frijol (Phaseolus) en México." C.P. Chapingo México.
- 16.- Frans E.R., R.E. Talbert 1980; " Design of Field Experiments and Measurement and Analysis of Plant Responses." en " Reasearch in Weed Science."
- 17.- González R.M. 1985; " Evaluación de Herbicidas para el Control del Chayotillo (Scyclos spp.) y su Efecto en Componentes del Rendimiento en Tríticale de temporal." en Resumen del VI Congreso de la SOMECIMA., Taxco, - Gro. 1985.
- 18.- Guenkov G. 1966; " Fundamentos de la Horticultura Cubana." Mimeógrafo.
- 19.- Klingman G.C. & F.M. Ashton 1975; " Weed Science Principles and Practfces." The Macmillan Company, Collier-Macmillan Limited, London.
- 20.- Leonard W.H. & J.M. Martin 1979; " Principles of Field Crops Production." The Macmillan Company, Collier- Macmillan limited, London.

- 21.- Lepiz I.R. 1982; " Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el Cultivo del Frijol." SARH, INIA.
- 22.- Lerma Z.I. 1986; " Breve Monografía del Frijol." comunicación personal.
- 23.- _____ 1986; " Características Botánicas de las Variedades Mejoradas de Frijol." comunicación personal.
- 24.- Macouzet M.R. y V.A. Arévalo, 1982; " Evaluación de Herbicidas para el Control Postemergente de Maleza en Frijol (Phaseolus vulgaris L.) de riego." Memorias del III Congreso de la SOMECIMA. UAAN. 1982.
- 25.- May M.G. 1978; " Evaluación de Herbicidas de Aplicación Postemergente al Cultivo del Frijol, P. vulgaris L. en la zona de Chapinco, México, tesis de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo, UACH.
- 26.- Mojica Z.S., Flores A.F. y Ch. Van Der Mersch. "Ensayo de Herbicidas - Acifluorfen, Bentazon y Fomesafen en Chícharo y Frijol en Cuautitlan Izcalli;, Edo. de México. En Resúmenes del IV Congreso de la - - - SOMECIMA, Taxco, Guerrero 1985,
- 27.- Osoria R,L. 1981; "Guía para cultivar frijol de temporal en el Edo. de Tlaxcala." SARH, INIA, CIAMEC.
- 28.- _____ 1981, "Guía para cultivar frijol de temporal en el Edo. de México ". SARH, INIA, CIAMEC.
- 29.- Pérez G, P. 1981; "Negro Puebla, nueva variedad de frijol para Valles Altos de México." SARH, INIA.

- 30.- Pitalua M.J. M. Orrantía. ; "Evaluación de ensayos experimentales para el control de malezas". Practica de control de malezas mimeógrafo del Departamento de Parasitología Agrícola. UACH.
- 31.- Schmeil, O. 1933: "Curso de Botánica". Editorial Gustavo Gili. 92ava edición. España 1933.
- 32.- Sifuentes J.A. (1978): "Control de plagas del frijol en México." SARH, INIA, Folleto de divulgación No. 69.
- 33.- Stuart M.R. 1983; "Interaction of Chloroplasts with Inhibitor; effect of two Diphenylether herbicidas, Fomesafen and Nitrofluorfen, on electron transport, and some comparisons with Dibromothymoquinone, Dyrone and Paraquat." Plant Physiology 72. 461-468.
- 34.- Tasistro A., Medina P.S. y O. Orrantía. 1979; Comparación de Herbicida para el control de malezas en frijol (P. vulgaris). Memorias del I Congreso de la SOMECIMA.
- 35.- _____ 1979; "Comparación de herbicidas para el control de maleza en frijol (P. vulgaris). "Memorias del I. Congreso de la SOMECIMA.
- 36.- Velázquez G. A., Flores A.F. y Ch. Van Der. Mersch 1985; "Evaluación de mezclas de Fluazipof-butíl con: Acifluorfen, Bentazon, y Fomesafen. - para el control de malezas en frijol en el valle de Cuautitlan, Edo. de México. "En Resumen del IV Congreso de la SOMECIMA, Taxco, Gro. 1985.