



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**EVALUACION DE LOS HERBICIDAS ACIFLUORFEN,
BENTAZON Y FOMESAFEN EN CHICHARO
(Pisum sativum L.) Y FRIJOL (Phaseolus -
vulgaris L.) EN POSTEMERGENCIA BAJO
CONDICIONES DE TEMPORAL EN LA ZONA
DE CUAUTITLAN, ESTADO DE MEXICO.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
PRESENTA**

SALVADOR MOJICA ZAVALETA

Director de Tesis:

Ing. Charles Van Dermersch



Universidad Nacional
Autónoma de México



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

| | <u>Hoja</u> |
|---|-------------|
| I. INTRODUCCION | 1 |
| II. OBJETIVO | 3 |
| III. REVISION DE LITERATURA | |
| 3.1 <u>Importancia del Chícharo y Frijol</u> | 4 |
| 3.1.1 Chícharo (<u>Pisum sativum L.</u>) | 4 |
| 3.1.2 Frijol (<u>Phaseolus vulgaris L.</u>) | 6 |
| 3.1.3 Pérdidas ocasionadas por la presen- cia de malezas | 7 |
| 3.2 <u>Prácticas generales del Control de Malezas</u> | |
| 3.2.1 Definición y daños de las malezas | 8 |
| 3.2.2 Identificación de las malezas | 10 |
| 1) <u>Amaranthus hybridus L.</u> | 10 |
| 2) <u>Chenopodium album L.</u> | 12 |
| 3) <u>Galinzoga parviflora Cav.</u> | 13 |
| 4) <u>Echinopepon milleflorus Rdz.</u> | 14 |
| 5) <u>Portulaca oleracea L.</u> | 14 |
| 6) <u>Sochus oleracea L.</u> | 16 |
| 7) <u>Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass</u> | 17 |
| 3.2.3 Período crítico de competencia (PCC) | 19 |
| 3.2.4 Métodos de control | 20 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.3 | <u>Control químico de Malezas.</u> | |
| 3.3.1 | Generalidades | 22 |
| 3.3.2 | Factores de selectividad en el empleo de herbicidas | 25 |
| 3.3.2.1 | Factores biológicos de selec- tividad | 27 |
| | a) Morfológicas y estructurales | 28 |
| | b) Fisiológicos y de metabolismo | 30 |
| 3.3.2.2 | Estudios experimentales recientes de aplicaciones postemergentes | 36 |
| 3.3.2.3 | Metabolismo de los Herbicidas den- tro de la Planta | 39 |
| 3.4 | <u>Características de los Herbicidas empleados</u> | 42 |
| 3.4.1 | Acifluorfen | 44 |
| 3.4.2 | Bentazon | 46 |
| 3.4.3 | Fomesafen | 48 |
| IV. | MATERIALES Y METODOS | |
| 4.1 | <u>Localización</u> | 51 |
| 4.2 | <u>Variedades Utilizadas</u> | 51 |
| 4.3 | <u>Malezas de Hoja Ancha Identificadas</u> | 51 |
| 4.4 | <u>Herbicidas evaluados</u> | 52 |
| 4.5 | <u>Equipo</u> | 52 |

| | <u>Hoja</u> |
|--|-------------|
| 4.6 <u>Métodos</u> | |
| 4.6.1 Establecimiento de los cultivos | 52 |
| 4.6.2 Diseño experimental | 53 |
| 4.6.3 Grado de desarrollo de las especies ve- getales al momento de la aplicación | 53 |
| 4.6.4 Toma de datos | 54 |
| V. RESULTADOS Y DISCUSION | |
| 5.1 <u>Porcentaje en el Control de Malezas</u> | 56 |
| 5.2 <u>Porcentaje de Fitotoxicidad en los Cultivos</u> | 60 |
| 5.3 <u>Rendimiento</u> | 63 |
| VI. CONCLUSIONES | 67 |
| VII. BIBLIOGRAFIA | 69 |
| VIII. APENDICE | 74 |

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

| | | |
|------------|--|----|
| Cuadro 1.- | Superficie y Rendimiento de Chícharo en el Estado de México y a nivel nacional durante el año agrícola 1981. | 5 |
| Cuadro 2.- | Superficie y Rendimiento de Frijol en el Estado de México y a nivel nacional durante el año agrícola 1981. | 6 |
| Cuadro 3.- | Análisis de Varianza para el Rendimiento Obtenido en Frijol. | 64 |
| Cuadro 4.- | Comparaciones entre las Medias del Rendimiento Obtenido en todos los Tratamientos para Frijol. | 64 |
| Figura 1.- | Nivel general del Control de Malezas de Hoja Ancha para cada Tratamiento en Chícharo y Frijol. | 57 |
| Figura 2.- | Porcentaje de Fitotoxicidad en Chícharo, 10 días después de la Aplicación de los Herbicidas. | 61 |
| Figura 3.- | Porcentaje de Fitotoxicidad en Frijol, 10 días después de la aplicación de los Herbicidas. | 61 |

A P E N D I C E

| | |
|--|----|
| Cuadro 1 A.- Resultados del Porcentaje de Control de Malezas en Chícharo y Frijol. | 74 |
| Cuadro 2 A.- Resultados del Porcentaje de Fitotoxicidad en Frijol. | 74 |
| Cuadro 3 A.- Resultados del Rendimiento (Kg/ha) en Frijol. | 75 |
| Cuadro 4 A.- Escala de Fitotoxicidad al Cultivo (Evaluación Cualitativa). | 75 |
| Cuadro 5 A.- Prueba de Kruskal y Wallis. | 76 |

I. INTRODUCCION.

El rendimiento de los cultivos agrícolas es fuertemente reducido por la presencia de malezas que además de competir con éstos por agua, luz, espacio, etc., en su mayoría son hospedantes de plagas y enfermedades, ocasionando disminución en la calidad y productividad de la cosecha. De tal forma que el control de malezas es una práctica fundamental y la elección del método o métodos más adecuados dependerá de factores agronómicos, económicos y sociales.

En México el uso de herbicidas es cada vez mayor y considerando las características del producto, la fisiología de las malezas, el período crítico de competencia para el cultivo en cada región, etc., se obtiene un control óptimo con estos agroquímicos que pueden clasificarse de acuerdo a su estructura química, modo de acción, época de aplicación, espectro de acción, tipo de aplicación, lugar de aplicación, modo de aplicación y fitotoxicidad.

Para determinar el herbicida más eficaz en el control de malezas predominantes en cada región, ya se sabe que generalmente son 5 o 6 las dominantes en regiones determinadas, y dependiendo del tipo de cultivo que se maneje, es indispensable el estudio experimental que permitirá establecer la comparación entre los herbicidas comerciales ya liberados y aquellos que aún son experimentales, optando

por el que proporcione entre otros factores: mínima residualidad en el suelo y en la cosecha, sin daño al cultivo (selectividad), menor costo, mayor rendimiento del cultivo, es decir, el mejor control.

En el presente trabajo se presenta la evaluación de los herbicidas Acifluorfen, Fomesafen (ambos experimentales en México) y Bentazon (liberado comercialmente) en aplicaciones postemergentes al cultivo y a la maleza en diferentes dosis para el control de las especies predominantes de hoja ancha identificadas considerando el porcentaje de control de las malezas, fitotoxicidad a los cultivos y rendimiento en chícharo y frijol en parcelas de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, Estado de México.

II. OBJETIVOS.

- 1) Determinar el mejor control en malezas de hoja ancha con la aplicación de los herbicidas Acifluorfen, Bentazon y Fomesafen en postemergencia a diferentes dosis en los cultivos de chícharo y frijol.
- 2) Evaluar la fitotoxicidad de estos herbicidas en chícharo y frijol.
- 3) Comprobar el efecto del control de malezas en el rendimiento de los cultivos.

III. REVISION DE LITERATURA.

3.1 Importancia del chícharo y frijol.

En la actualidad los cultivos de chícharo y frijol son de gran importancia en América Latina por su consumo en la alimentación humana principalmente, aunque también pueden ser utilizados como forrajes-secos o verdes y abonos verdes al emplear hojas, tallos o la planta completa. A continuación se presentan algunos aspectos relevantes en cuanto a la producción y utilización de estas leguminosas.

3.1.1 Chícharo (Pisum sativum L.)

El chícharo se cultiva principalmente con la finalidad del consumo en fresco, ya sea en forma directa o enlatada (Martínez, 1972) y en seco que puede aprovecharse como grano molido muy propio para la elaboración de puré (García, 1979).

Esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre los productos hortícolas en México, cultivándose principalmente en el Estado de México, Puebla, Guanajuato y Sonora (Martínez, 1972).

El Estado de México ocupa el primer lugar como productor, representando el 24% del total nacional aún cuando Sonora es el principal

exportador. A continuación se presentan los datos obtenidos para el Estado de México y el total nacional durante el año agrícola 1981:

| Cuadro Nº. 1. Superficie y Rendimiento de chícharo en el Estado de México y a nivel nacional durante el año agrícola 1981. | | | |
|--|----------|-------------|----------|
| | | EDO. MEXICO | NACIONAL |
| SUPERFICIE SEMBRADA (has) | RIEGO | 791 | 6220 |
| | TEMPORAL | 11156 | 13863 |
| | TOTAL | 11947 | 20083 |
| SUPERFICIE COSECHADA (has) | RIEGO | 726 | 6119 |
| | TEMPORAL | 11156 | 13735 |
| | TOTAL | 11882 | 19034 |
| RENDIMIENTO (ton/ha) | RIEGO | 6,500 | 3,697 |
| | TEMPORAL | 4,761 | 4,158 |
| | TOTAL | 4,858 | 4,016 |
| PRODUCCION (ton) | RIEGO | 4719 | 22624 |
| | TEMPORAL | 53004 | 57113 |
| | TOTAL | 57723 | 79737 |
| Fuente: Anuario Estadístico SARH-DGEA. 1981. México. | | | |

3.1.2 Frijol (Phaseolus vulgaris L.)

La producción de frijol se destina principalmente para cosechar semilla seca y en menor proporción en vaina (frijol ejotero) y el consumo puede ser en fresco, enlatado o congelado (SEP., 1984).

En México, es uno de los cultivos más importantes tanto por el número de hectáreas sembradas, como por la diversidad de variedades utilizadas, ocupando el segundo lugar en importancia como alimento básico (Robles, 1979). El número de hectáreas sembradas y rendimientos obtenidos en el Estado de México y a nivel nacional del año agrícola 1981 se presentan a continuación:

| Cuadro Nº. 2 Superficie y rendimiento de frijol en el Estado de México y a nivel nacional durante el año agrícola 1981. | | | |
|---|----------|-------------|----------|
| | | EDO. MEXICO | NACIONAL |
| SUPERFICIE SEMBRADA (has) | RIEGO | 1747 | 343085 |
| | TEMPORAL | 12412 | 2064984 |
| | TOTAL | 14159 | 2408065 |
| SUPERFICIE COSECHADA (has) | RIEGO | 1747 | 316461 |
| | TEMPORAL | 12412 | 1674208 |
| | TOTAL | 14169 | 1990669 |
| RENDIMIENTO (ton/ha) | RIEGO | 1.241 | 1.242 |
| | TEMPORAL | 0.976 | 0.560 |
| | TOTAL | 1.015 | 0.669 |

| | | EDO. MEXICO | NACIONAL |
|------------------|----------|-------------|----------|
| PRODUCCION (ton) | RIEGO | 2.255 | 342958 |
| | TEMPORAL | 12113 | 938341 |
| | TOTAL | 14368 | 1331305 |

Fuente: Anuario Estadístico 1981. SARH-DGEA. México.

3.1.3 Pérdidas Ocasionadas por la Presencia de Malezas.

Los bajos rendimientos que se obtienen en ambos cultivos se deben a factores tales como el establecimiento del cultivo en terrenos de temporal, utilización de semillas no mejoradas, uso incorrecto y limitado de fertilizantes, asociación con otros cultivos y al inadecuado control de enfermedades, malezas e insectos.

De los factores mencionados el control de enfermedades, malezas e insectos es fundamental Cramer (1967), reporta que en América Latina se pierde anualmente más del 30% de la cosecha potencial correspondiendo 10% a daños por insectos, más del 15% por enfermedades y casi el 8% por malezas.

Agundis (1963) menciona que en algunos suelos agrícolas de México se ha encontrado en 1 Kg de suelo correspondiente a los primeros 5 cm de profundidad, un promedio de 1 016 semillas de plantas inde-

seables, extrapolando esta cantidad para 1 ha, representaría una población de 803 millones de semillas. Asimismo menciona que en el caso del frijol las malezas anuales dicotiledoneas compiten ligeramente más que las especies monocotiledoneas y ambas pueden reducir el rendimiento en un 80% o más dependiendo del tipo de planta que se desarrolle primero (maleza o cultivo) y de las condiciones climáticas que prevalezcan.

Una vez que se ha decidido incluir el control de malas hierbas entre las prácticas de cultivo es necesario conocer e identificar a la maleza, determinar el período crítico de competencia (PCC) del cultivo y comparar las ventajas y desventajas de los diferentes métodos de control.

3.2 Prácticas Generales del Control de Malezas.

3.2.1 Definición y Daños de las Malezas.

Desde el punto de vista antropocéntrico del hombre Muzik (1970) define a las malezas "plantas indeseables" en su sentido más amplio, son organismos que desvían la energía a otra dirección que no es la deseada por el hombre".

Galston (1980) menciona que en la agricultura casi siempre se

maneja el crecimiento y desarrollo de comunidades como monocultivos, es decir, solo una especie vegetal es deseada, todas las demás se consideran malezas.

En las definiciones anteriores prevalece que se trata de una especie vegetal no deseada bajo circunstancias determinadas y esto es debido a los daños que ocasionan a los cultivos, al hombre y a los animales, entre otros:

- Competencia con el cultivo por luz, agua, nutrientes, oxígeno, CO₂, espacio.
- Baja calidad de los productos agropecuarios.
- Daños a la salud del hombre y animales.
- Hospederas de plagas y enfermedades.
- Guarida de animales dañinos.
- Dificultan la cosecha y la aplicación de plaguicidas, aumentando costos de producción.
- Empobrecimiento de los suelos en cuanto a fertilidad, humedad y valor.
- Daños no agrícolas: en caminos, ferrocarriles, plantas y líneas eléctricas, instalaciones industriales, contaminación de ríos, lagos, etc.

3.2.2 Identificación de las Malezas.

En el control de malezas debe identificarse la o las especies consideradas como malas hierbas, con la finalidad de conocer sus ciclos biológicos, hábitos de crecimiento, longevidad, etc., puesto que no es posible el control de un organismo si se desconocen las características que lo distinguen o asemejan con otros individuos con los que comparte el hábitat en que se desarrolla.

A continuación se presentan las características de las malezas de hoja ancha identificadas en las parcelas de la FES-C, UNAM localizado en el Valle de Cuautitlán, Edo. de Méx., reportadas por Villegas y de Gante (1979):

1) Amaranthus hybridus L.

Fam. Amaranthaceae.

Nombre vulgar: Quintonil, quelite.

Descripción.- Hierba erecta a veces muy ramificada, de 15 a 200 cm de altura, con los tallos verdes o purpúreos y con rayas a todo lo largo en algunos individuos; hojas ovadas de 2 a 15 cm de largo; flores pequeñas alrededor de 2 mm de longitud, verdes, en conjuntos densos ligeramente espinosos que se hallan en el extremo de las ramas y en las axilas de las hojas; los frutos son pequeños de 15 a 18 mm de diámetro con una semilla cada uno; las semillas de forma y

dimensiones semejantes al fruto, de color negro o negro rojizo y brillante.

Duración y fenología.- Anual de verano; su ciclo lo lleva a cabo de marzo a diciembre, encontrándose en estado vegetativo de marzo a septiembre, floreciendo de mayo a octubre y fructificando de julio a diciembre; la época desfavorable la pasa en forma de semilla.

Hábitat.- Viven en parcelas de maíz, frijol, haba, calabaza, hortalizas, especies ornamentales, remolacha, tomate, cebada, avena, alfalfa, frutales, nopal, etc. a una altitud de 2240 - 3000 m.s.n.m., en diferentes condiciones ambientales, aunque se encuentra más representada y es común su distribución entre hortalizas en la región de chinampas en Xochimilco, Mixquic, Tláhuac y otros pueblos del Distrito Federal.

Importancia económica.- 1) Aspecto negativo: Es competidora de las especies entre las que vive. Cuando ha llegado a su madurez y está seco, espinan sus inflorescencias. 2) Aspecto positivo: Cuando está tierno se usa como alimento humano, hervido con sal, frito, asado con sal, al comal, con chile y carne, etc. En cierta época del año es común encontrarlo en los mercados.

2) Chenopodium album L.

Familia: Chenopoideaceae.

Nombre vulgar: Quelite cenizo, quelite.

Descripción.- Hierba erecta de 10 a 200 cm de altura, con tallos verdes o con rayas a todo lo largo, hojas rómbicas, ovadas, a veces trifoliadas, las superiores laceoladas, dentadas, de 5 a 16 cm; flores pequeñas de 0.2 cm de longitud, verdes, que se hallan en conjuntos más o menos densos, axilares o terminales; fruto de contorno circular de pared delgada, alrededor de 0.15 cm de diámetro, con una semilla de forma y tamaño semejantes, de color negro.

Duración y fenología.- Anual de verano; se ha encontrado en estado vegetativo de febrero a septiembre, floreciendo de abril a noviembre y fructificando de junio a enero, sobre todo si existe cierta humedad, si no se presentan estas condiciones su ciclo se realiza de abril a diciembre o en menos tiempo, pasa la época desfavorable en forma de semilla, aunque algunos individuos realizan su ciclo de vida en esta época.

Hábitat.- Vive en parcelas con hortalizas, cultivos básicos y ornamentales; desde los 2240 a 3000 metros de altitud más o menos en condiciones ambientales diferentes, sin embargo es en la llanura donde es más abundante así como en las chinampas.

Importancia económica.- 1) Aspecto negativo: Es competidora de las plantas cultivadas entre las que vive, sobre todo cuando es abundante. 2) Aspecto positivo: En la cuenca de México, cuando está tierno es consumido como alimento humano y animal.

3) Galinzoga parviflora Cav.

Familia: Compositae.

Nombre vulgar: Estrellita.

Descripción.- Hierba erecta de 10 a 90 cm de altura, más o menos; hojas ovadas de 2 a 8 cm de largo; cabezuelas terminales pequeñas de 0.30 a 0.50 cm de largo, con: A) Cinco flores liguladas de alrededor de 0.25 cm de longitud, blancas y B) flores tubulosas más pequeñas que aquellas y amarillas; frutos alrededor de 0.30 cm de longitud, negros generalmente con una coronita de escamas angostas, plumosas y blancas.

Duración y fenología.- Anual de verano; en floración de mayo a noviembre y fructificando de julio a diciembre; pasa la época desfavorable en forma de semilla encerrada en su fruto.

Hábitat.- Vive en parcelas con maíz, frijol, calabazas, cebada, avena, haba, hortalizas, especies ornamentales, remolacha, tomate, etc., desde los 2240 a los 3000 metros de altitud, en condiciones

ambientales diferentes. En los cultivos mencionados generalmente es abundante, lo mismo que en canales de riego y alfalfa.

Importancia económica.- 1) Aspecto negativo: Es competidora de las plantas cultivadas entre las que vive. 2) Aspecto positivo: En la Cuenca de México se corta con otras especies arvenses y se utiliza como forraje para los animales domésticos.

4) Echinopepon milleflorus Rdz.

Familia: Cucurbitaceae.

Nombre vulgar: Chayotillo.

Estado vegetativo: Marzo a septiembre, floración: julio a octubre, fructificación: junio a diciembre.

Cultivos en los que se encuentra: Frijol, trigo, avena, maíz y hortalizas.

5) Portulaca oleracea L.

Familia: Portulacaceae.

Nombre vulgar: Verdolaga.

Descripción.- Hierba generalmente postrada con ramas cilíndricas lisas de 10 a 40 cm de largo, verdes o púrpuras; hojas opuestas -las basales- y alternas, espatuladas de 0.5 a 20 cm de largo, carno-

sas, verdes o púrpuras -a veces solamente el borde de este color-; flores con caliz de dos sépalos y corola con cinco pétalos amarillos de 0.5 a 1.0 cm de largo; las flores generalmente están en conjuntos, rodeadas por hojas a cuyos lados puede o no puede haber ramificaciones; el fruto es una cápsula membranosa que se abre transversalmente cuando está maduro, de alrededor de 0.8 cm de largo; semillas circulares, comprimidas de 0.1 cm de diámetro, casi toda la planta es carnosa.

Duración y fenología.- Anual de verano; se encuentra vegetativa de febrero a septiembre; floreciendo de abril a octubre y fructificando de junio a diciembre. En sitios con cierta humedad pueden encontrarse individuos realizando su ciclo de vida en invierno; para la época desfavorable en forma de semilla y donde hay humedad, algunos individuos llevan a cabo su ciclo en esta época.

Hábitat.- Vive en parcelas de descanso, con maíz, calabaza, haba, hortalizas, especies ornamentales, cebada, avena, tomate, alfalfa, etc., principalmente en el fondo de la Cuenca a 2240 metros de altitud en la región de chinampas donde viven las especies ornamentales, hortalizas y maíz, encontrándose a veces algo abundante, parece estar relacionada con suelos con abundancia en materia orgánica y nitrógeno.

Importancia económica.- 1) Aspecto negativo: Es competidora de las plantas cultivadas entre las que vive, sobre todo cuando es abundante. 2) Aspecto positivo: En la Cuenca se usa en la alimentación humana cociéndose con sal, generalmente con chile y con o sin carne; es común encontrarla en los mercados en cierta época del año; estas verdolagas generalmente tienen un eje erecto y hojas relativamente grandes y todas parecen proceder de recolección. También se consideran usos medicinales.

6) Sonchus oleracea L.

Familia: Compositae.

Nombre vulgar: Lechuguilla, endivia.

Descripción.- Hierba erecta con tallos huecos, de 10 a 100 cm de alto, verdes o purpúreos totalmente o con rayas de este color; hojas pecioladas las más bajas y sentadas las restantes, la mayoría - partidas y además con dientecillos algo espinosos, de 5 a 30 cm de longitud, y a veces también púrpuras, cabezuelas de 2 cm de largo con numerosas flores liguladas, como pequeñas lengüetas de alrededor de 1.5 cm de longitud y amarillas; frutos de 1 cm de largo más o menos café, con un penacho de pelos blancos (éstos ocupan alrededor de 0.8 cm de longitud de aquél); el conjunto de frutos constituye un - globito sedoso de 2 cm de diámetro que se desintegra cuando madura. En casi toda la planta existe un jugo lechoso y en las partes más jó-

venes de algunos individuos hay pelos con un pequeño abultamiento arriba.

Duración y fenología.- Anual de verano y de invierno; entre las plantas cultivadas anuales realiza su ciclo de vida de marzo a diciembre pero en cultivos de más permanencia como alfalfa, en jardines, etc., se encuentra todo el año vegetativo, floreciendo o fructificando; pasa la época desfavorable en forma de semilla y algunos individuos realizan su ciclo de vida en esta época.

Hábitat.- Vive en parcelas con alfalfa, remolacha, maíz, hortalizas, frijol, tomate, cebada, avena, especies ornamentales, etc., desde los 2240 - 3000 metros de altitud, en condiciones ambientales diferentes sin embargo, se encuentra más frecuente en alfafares y - jardines, donde puede llegar a ser algo abundante.

Importancia económica.- 1) Aspecto negativo: Es competidora de las plantas cultivadas entre las que vive, sobre todo si es abundante. 2) Aspecto positivo: En la Cuenca, algunas personas la consumen cruda cuando está tierna (estado vegetativo poco avanzado).

7) Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass.

Familia: Compositae.

Nombre vulgar: Acahual, gigantón.

Descripción.- Planta erecta a veces muy ramificada de 15 a 300 cm de altura; hojas generalmente ovadas, de 5 a 30 cm de longitud; cabezuelas de 5 a 10 cm de diámetro, sostenidas por un pedúnculo hueco y constituidas por: A) Alrededor de 12 flores liguladas, elípticas hasta de 4.5 cm de longitud, amarillas y B) Flores de disco tubulosas de alrededor de 1.0 cm de largo, amarillas; cada flor del disco está rodeada por una paja que tiene la punta aguda; frutos ovoides-oblongos, con dos púas y escamitas arriba de alrededor de 0.6 cm de longitud, negro totalmente o café claro con manchitas negras, con una semilla adentro de forma y dimensiones parecidas a las de éste. Casi toda la planta y sobre todo las partes más jóvenes son pubescentes y ya seca la planta mantiene sus cabezuelas con sus pajas duras y negras.

Duración y fenología.- Anual de verano; se encuentra vegetativa de febrero a agosto, en floración de abril a noviembre y fructificando de julio a diciembre, pasa la época desfavorable en forma de semilla.

Hábitat.- Vive en parcelas con maíz, trigo, cebada, avena, especies ornamentales, hortalizas, frijol, calabaza, frutales, haba, remolacha, alfalfa, etc., de 2240 a 2250 metros de altitud más o menos, aunque se encuentra más en el fondo de la Cuenca en la primera altitud constante y abundante sobre todo en maíz.

Se ha encontrado en jardines, generalmente en el suelo.

Importancia económica.- 1) Aspecto negativo: Compite con las plantas cultivadas entre las que vive, sobre todo cuando es abundante. 2) Aspecto positivo: En la Cuenca de México se encuentra en algunos jardines como ornamental y a la vez se recolectan sus cabezuelas en el campo.

3.2.3 Período crítico de Competencia (PCC).

El período crítico de competencia (PCC) constituye el lapso o los estados del ciclo biológico del cultivo en el que éste sufre más la competencia de las malezas (Mársico, 1980).

Esta competencia maleza-cultivo es determinante, puesto que si ambas especies requieren los mismos elementos nutritivos, una de ellas (frecuentemente la maleza) dominará a la otra (cultivo), así, las deficiencias nutricionales ocurridas durante cierto período, repercutirán durante toda la vida del vegetal aunque se tenga un ambiente óptimo posteriormente (Rojas, 1984). Una vez establecida la época o período en el cual es indispensable el control de las malezas, es posible asegurar que el rendimiento no será abatido en forma significativa, por otro lado, se ha comprobado que el mayor daño se produce en los primeros estados de desarrollo del cultivo variando de una

especie a otra y de un ambiente a otro, y que una vez transcurrido ese PCC no hay diferencias significativas en el rendimiento si se realiza o no algún tipo de control sobre las especies que continúen apareciendo (Mársico, 1980).

Robles (1979), reporta que en la mayoría de las especies el período comprende los primeros 30 a 40 días después de la siembra, Rojas (1984), señala que comprende las primeras cinco semanas siguientes a la siembra; particularmente para el frijol el INIA (1980) indica que varía de un ambiente a otro, siendo en Cotaxtla de 30 días y para Chapingo de 40 días, para chícharo y frijol la SEP (1984) señala los primeros 40 días, por último, la UACH (1980) reporta para chícharo y frijol de 30 a 40 días después de emerger.

Una vez definido el PCC para el cultivo se requiere de la confrontación de las ventajas y desventajas que ofrecen los métodos de control de malezas.

3.2.4 Métodos de Control.

Los principales métodos son el control preventivo, físico, biológico, cultural y químico.

El control preventivo abarca todas las medidas que impiden la

introducción y diseminación de malezas y comprende prácticas tales como la utilización de semillas libres de toda planta nociva, equipo agrícola limpio y otras, aunque también considera medidas legales a través de leyes para el manejo de semillas, cuarentenas, etc., y la certificación de semillas.

El control físico incluye las prácticas de labranza, siega, corte, anegamiento, fuego, sofocación con materias inertes, etc.

En el control biológico se maneja un fundamento ecológico, ya que utiliza "enemigos naturales" de las malezas con la condición de que sean inofensivos al cultivo, la finalidad no es la erradicación sino la reducción y regulación de los niveles poblacionales inferiores al umbral económico.

El control cultural incluye todas las prácticas como cultivo - por competencia, cultivos rotatorios, preparación del terreno, época de siembra, adaptación de variedades, riegos, fertilización.

En el control químico se utilizan herbicidas que son agentes - químicos que matan plantas o inhiben su crecimiento normal.

La elección de uno o más métodos de control dependerá de factores agronómicos, ecológicos y económicos, de esta manera se determi-

nará cuál o cuáles de ellos son los más adecuados y oportunos (Roth, 1960).

3.3 Control Químico de Malezas.

3.3.1 Generalidades.

El estudio en el control químico de malezas se inició a fines del siglo XIX pero fué a partir de los años 30's que su impulso fué definitivo con trabajos fisiológicos de las hormonas vegetales y sobre las respuestas de las plantas hacia la aplicación de productos químicos conjuntamente con la creciente mecanización de la agricultura y la industria (Ashton & Klingman, 1980).

Actualmente el uso de herbicidas no se restringe únicamente a los países desarrollados, en el caso de México, éstos han cobrado mayor importancia debido, entre otros factores, a la escasez y encarecimiento de la mano de obra (May, 1978).

Entre las principales ventajas de este tipo de control, se encuentran (Rojas, 1984):

- No cambia la estructura del suelo (por efecto de compactación y ruptura de capilaridad).

- Es eficaz en cultivos de cobertura y en malezas difíciles de controlar con otros métodos.
- Es posible la aplicación aérea o con mochila en suelos húmedos donde el uso del tractor o animales de tiro no es conveniente.
- En el caso de los herbicidas preemergentes se evita la competencia maleza-cultivo.
- Si los herbicidas son selectivos, disminuyen la necesidad de labores de escarda que pueden lesionar el sistema radicular y el follaje de las especies cultivadas.

El mal uso de los herbicidas puede presentar algunos riesgos como pueden ser:

- Acarreo por el viento a zonas aledañas causando daño a otros cultivos.
- Residualidad en el suelo o en las semillas de los cultivos cosechados.
- Resistencia de algunas especies que posteriormente ocasionan

problemas.

- Toxicidad al hombre y animales.
- Problemas sociales (desplazamiento de mano de obra).
- Se requiere de capacitación en labores de calibración de equipo, mezclas, etc.

Para el empleo de estos productos químicos es necesario considerar el efecto que provocan en las plantas, la época de aplicación más adecuada, etc., medidas que permiten clasificarlos de la siguiente manera:

1. Estructura química: grupo químico al que pertenecen.
2. Acción herbicida: de contacto (destruyen la zona donde fué absorbido el producto).
 - sistémicos (una vez absorbidos se translocan dentro del vegetal).
3. Espectro de acción: generales (destruyen todas las especies sobre las que son aplicados).
 - selectivos (destruyen o impiden el

crecimiento de las malezas sin dañar al cultivo).

4. Tipo de aplicación: presembrado.
preemergencia.
postemergencia.

5. Lugar de aplicación: al follaje.
basal.
suelo.

6. Modo de aplicación: general.
en banda.
dirigido.
aérea.
agua de riego.

7. Toxicidad: Depende de la DL_{50} (dosis letal) de cada producto y de las posibles mezclas de 2 o más de ellos.

3.3.2 Factores de Selectividad en el Empleo de Herbicidas.

Los herbicidas se clasifican de acuerdo a su espectro de acción en generales o selectivos. La propiedad de selectividad fué descu-

bierta entre 1896 y 1900 por Bonnet en Francia, Schultz en Alemania y Boley en USA, siendo este hecho determinante para la enorme difusión en el empleo actual de los herbicidas (Mársico, 1980).

La propiedad de selectividad se refiere al efecto que ante determinados productos químicos, una especie vegetal (maleza) muere o retarda su crecimiento, mientras que otras especies (cultivo) los toleran perfectamente (Ashton y Klingman, 1980).

De esta manera, la selectividad está íntimamente relacionada con la susceptibilidad de las diversas especies vegetales ante la acción de ciertos herbicidas, lo cual permite clasificar a las plantas ya sea maleza o cultivo en resistentes, tolerantes o moderadamente resistentes, medianamente susceptibles y altamente susceptibles.

Para el estudio de los factores que influyen y determinan la selectividad Mársico (1980) los clasifica de la siguiente manera:

1) Factores biológicos.

- Morfológicos y estructurales.
- Fisiológicos y de metabolismo.

2) Factores ambientales.

- Clima.

- Suelo.

3) Características fisicoquímicas del herbicida.

- Estructura química.
- Polaridad.
- Solubilidad.
- Volatilidad.

4) Factores basados en técnicas agronómicas.

- Tratamientos al suelo.
- Tratamientos al follaje.
- Dosis.
- Formulación.
- Interacción y mezclas con otros herbicidas.
- Empleo de aditivos.
- Barreras protectoras.

A continuación se expondrán las principales características que determinan la selectividad debida a factores biológicos.

3.3.2.1 Factores biológicos de selectividad.

De acuerdo a la clasificación anterior, la selectividad provocada por factores biológicos está determinada por las diferencias a)

morfológicas y estructurales y, b) fisiológicas y de metabolismo.

a) Morfológicas y estructurales.

Las hojas presentan propiedades estructurales que intervienen en la retención y absorción del herbicida como son la forma de sus hojas, la dirección y disposición respecto al tallo, área foliar y características de la superficie; de tal forma que las gramíneas presentan láminas foliares alargadas, angostas, en posición casi vertical, con superficies cerosas que provocan la baja absorción del herbicida y son difíciles de mojar; en el caso de muchas dicotiledoneas las hojas anchas, casi horizontales, con superficies poco cerosas, las hace fácilmente mojables (Fisher, 1979).

La presencia o no de pelos, interfiere en el mojado y penetración de los herbicidas; en hojas muy pubescentes la resistencia que ofrecen se debe a que el herbicida no llega a la epidermis (Mársico, 1980), sin embargo, es necesario considerar que en algunas especies las hojas están cubiertas por pelos rígidos que contienen un grupo hidrofóbico en su extremo y conjuntamente con el espacio de aire que se forma entre pelos contiguos evita fuerzas capilares, formando un elevado ángulo de contacto donde recibiría el impacto de las gotas del herbicida, resbalando sin afectar a las hojas, situación que no ocurre si el ángulo de contacto es bajo, esto es, si la superficie

de la hoja presenta pelos débiles dispuestos irregularmente determinando fuerzas de capilaridad capaces de retener gran cantidad de líquido (Fischer, 1979).

Otro elemento estructural son las deposiciones de cera recubriendo la cutícula de las hojas provocando que el herbicida resbale puesto que se trata de compuestos hidrofóbicos que conforman una superficie irregular. Estos depósitos de cera se forman en el período de expansión foliar y terminan poco después de haberse completado éste.

Se ha observado que en algunas especies las deposiciones de cera disminuyen conforme la cutícula se aproxima a los estomas (posiblemente la penetración del herbicida sea a través de ellos), asimismo, la cera disminuye mientras más baja sea la temperatura y sombra, resultando más humectables al herbicida (NAS, 1982).

Por otra parte, no se recomiendan las aplicaciones del herbicida cuando el follaje está húmedo para evitar que la saturación de agua en la superficie propicie el derrame y pérdida del producto, especialmente en especies de hoja ancha (Audus, 1976).

La localización de los puntos de crecimiento es esencial para la selectividad, puesto que se trata de zonas meristemáticas en activo crecimiento e intensa actividad metabólica. De esta forma, la

diferencia fundamental entre dicotiledóneas y monocotiledóneas es que las especies de hoja ancha presentan un crecimiento terminal (apical), con meristemas vitales localizados en el ápice de los tallos, así las yemas apicales o axilares se encuentran expuestas a los herbicidas de contacto; las especies de hoja angosta crecen de meristemas laterales o meristemas intercalados que en general se encuentran protegidos por las hojas envainadoras, lo que los vuelve particularmente resistentes a los herbicidas de contacto (Robins, 1955).

También se considera como factor de selectividad a los sistemas de raíces, tanto de las malezas, como de los cultivos por la ubicación de éstos (profundidad) en relación a la disponibilidad del herbicida (Mársico, 1980). Asimismo, las plantas con gran volumen radicular, raíces profundas y raíces de reserva, son más resistentes a los productos de contacto debido a una mayor capacidad de rebrote, en este caso se debe considerar que algunos órganos como rizomas, tubérculos, estolones, bulbos y la raíz misma, forman parte de la reproducción asexual o vegetativa. (Ashton y Klingman, 1981).

b) Fisiológicos y de metabolismo.

La fisiología de la planta va a determinar inicialmente la cantidad de herbicida que entra (absorción), el movimiento de éste dentro de la planta (translocación) y posteriormente los mecanismos de acción, es decir, las lesiones bioquímicas que ocasiona al vegetal.

La mayoría de los herbicidas penetran en la planta a través del follaje o las raíces, aunque algunas veces ocurre por los tallos como es el caso de las especies leñosas. En general la entrada es a través de los estomas y/o de la cutícula; aunque también se da por lenticelas, heridas causadas por insectos, etc.

La entrada a través de la cutícula es por difusión y de acuerdo a la especie vegetal se presentarán variaciones en la composición química, estructura, función y apariencia física de la capa epidérmica ocasionando cierta resistencia en algunas especies (NAS, 1980).

Una vez dentro del tejido los herbicidas pueden afectar únicamente a las zonas de contacto con el producto o translocarse a otras zonas de la planta. La translocación puede ocurrir por dos caminos: 1) por el simplasto, que se refiere al avance por el protoplasma total que interconecta a todas las células funcionando como una unidad e incluye al transporte vía floema; y 2) por el apoplasto, que está constituido por las materias estructurales no vivas, el agua que rodea y baña al sistema simplástico y que involucra la vía xilemática. (Ashton y Crafts, 1981).

Si los productos herbicidas son translocados vía floema, su movimiento se explica por la relación fuente-demanda, es decir, desde las hojas productoras de fotoasimilados hacia los órganos de demanda

como raíces, yemas, hojas que no realizan fotosíntesis, etc. Si se translocan vía xilema avanzan por la corriente transpiratoria básicamente (Hartmann et al., 1984).

La morfología de la planta en una etapa de desarrollo determinada puede influir en la translocación y consecuentemente en la selectividad, de esta forma es necesario considerar la edad y el grado de crecimiento.

El porcentaje de tejido meristemático es más elevado mientras más joven es la planta, ocasionando una intensa actividad metabólica en todo el organismo, esto condiciona que las plantas jóvenes sean menos tolerantes que las adultas. Mársico (1980) reporta que las plantas anuales presentan mayor susceptibilidad en estado de plántula y en los primeros estados de desarrollo, citando como ejemplo a la avena fatua, que en el cultivo de trigo tratado con Barban (carbamato) presenta susceptibilidad muy alta cuando la avena presenta de 1 1/2 a 2 hojas; y que en el caso de las malezas perennes la susceptibilidad se presenta en la etapa de prefloración.

En el tratamiento de especies de malezas dicotiledóneas, Audus (1976) menciona algunas respuestas obtenidas por otros investigadores: Bewick (1947), Scmidth (1954) y Aamisepp (1962), quienes coincidieron en que la mayoría de las especies arvenses presentan un pe-

ríodo máximo de susceptibilidad en los estados de plántula.

Stecko (1972) señaló que después de una aspersión temprana y otra tardía con Dinoseb sobre Chenopodium album L., éste se redujo en un 92% y con la aspersión tardía (después de 8 días) se redujo en un 80%. En forma similar en Thlaspi arvense L. se redujo en un 97% con la primera aplicación y 84% con la tardía.

Carlson y Wax (1970) trabajaron con aplicaciones de cloroxurón (urea sustituida) sobre cuatro especies dicotiledóneas: Abutilon - theophrasti Medic., Datura stramonium L., Xanthium pensylvanicum Wallr e Ipomaea hederacea (L) Jacp., observó que fueron más susceptibles en la etapa cotiledonaria que en aplicaciones posteriores.

Müller (1960), Ozer (1969) obtuvieron con Cirsium arvense Scop. tratado con MCPA o 2,4-D que el estado de desarrollo más sensible fué cuando midió de 10 a 12 cm de altura y antes de la etapa de prefloración. Vidme (1961) al aplicar los mismos productos en Sochus arvensis la sensibilidad fué mayor desde el último estado de roseta hasta la formación de brotes, indican que en esta etapa los nutrientes de reserva de los rizomas se han agotado.

Müller (1969) en Rumex crispus y Rumex obtusifolius observó ligeras diferencias en la sensibilidad al aplicar MCPA y parecen ser

más susceptibles después de la elongación del tallo, en tanto que en Symphytum officinalis L. la sensibilidad es mayor durante el periodo de floración.

Por otra parte, las especies cultivadas también presentan diferencias en sensibilidad; un ejemplo lo representan las leguminosas que generalmente son susceptibles a los herbicidas auxínicos (Audus, 1976). Holly (1953) encontró que en plántulas de trébol se incrementa la resistencia conforme aumentó la edad y que en chícharo el daño mínimo se presentó en plántulas después de la aplicación en el estado de 3 a 6 hojas.

La NAS (1980) menciona que durante las primeras fases de la diferenciación celular con frecuencia los primordios foliares carecen de xilema funcional y en este caso se requiere un producto que no se transloque únicamente vía xilema o que la aplicación se realice una vez que el desarrollo del xilema se ha completado, de no ser así, aún cuando el herbicida penetre no se translocará hasta los primordios.

Asimismo, el grado de desarrollo de la planta influirá en el efecto de algunos herbicidas, en general, las especies de rápido crecimiento serán más susceptibles que las de crecimiento lento. Se ha observado que el volumen radicular es menor en el estado de plán-

tula, lo que entre otros factores hace más susceptibles a las malezas en este estadio, de igual forma la deposición de cera cuticular es menor en las hojas jóvenes, lo que propicia una entrada más rápida y fácil del herbicida (Audus, 1976).

En algunas malezas en estado de plántula la proporción de cotiledones en el área foliar es mayor y en algunas crucíferas se ha comprobado que son más humectables y retienen más líquido, lo que las vuelve más susceptibles en ese estado.

Anderson (1977) menciona que mientras una especie transloque más fácilmente un herbicida se asocia con una mayor susceptibilidad y - aquellos factores que influyan en la translocación también favorecen la fitotoxicidad del herbicida. Fisher (1979) cita el ejemplo de los herbicidas simplásticos que presentan mayor eficiencia si se favorecen las condiciones que promueven una intensa actividad fotosintética en la maleza, así como un elevado porcentaje de zonas meristemáticas y elevada humedad ambiental reduciendo la tasa transpiratoria.

La selectividad también está influenciada por procesos biofísicos, la adsorción y la estabilidad de la membrana son dos de ellos. En la adsorción el herbicida puede encontrarse ligado fuertemente con alguna estructura celular como puede ser la pared celular, impidiendo

el movimiento rápido hacia los sitios de acción, en cuanto a la estabilidad de la membrana se ha observado que en algunas especies existe tolerancia a los aceites en la membrana que en otras especies esta resistencia no se presenta, lo que provoca la ruptura de la membrana induciendo que la savia fluya hacia los espacios intercelulares, dañando seriamente al tejido (Ashton y Klingman, 1980).

3.3.2.2 Estudios Experimentales Recientes de Aplicaciones Post-emergentes.

Como se señaló en la introducción, los trabajos realizados en México sobre el control de malezas en frijol, se han encaminado a establecer el período crítico de competencia y al uso de herbicidas pre-emergentes, sin embargo, en el extranjero se han establecido numerosos experimentos acerca del control de malezas en otras especies leguminosas de importancia como en el caso de la soya (May M., 1978) a continuación se expondrán algunas evidencias experimentales que se han realizado para el control postemergente en soya, frijol, chícharo y algunas malezas de hoja ancha con referencia a los productos empleados en este estudio:

Thompson (1973) obtuvo un mejor control al aplicar BAS3510-H - (Bentazon) en dosis de 0.56 kg/ha a 2.24 kg/ha cuando la maleza tiene un desarrollo de 2 a 4 hojas y la soya tenga al menos una hoja tri-

foliada.

Jennings (1974) aplicó Bentazon en el cultivo de soya y recomienda que la planta tenga dos hojas verdaderas en dosis de .84 kg/ha y con 4 hojas se aplique 1.12 kg/ha, con la finalidad de controlar especies de hoja ancha eficientemente.

Marzocca (1976) recomienda la aplicación de Bentazon en postemergencia en el cultivo de frijol en dosis de 960 gm i.a./ha a partir de que el cultivo tenga la segunda hoja verdadera.

En 1976 se realizaron experimentos con el nuevo producto RH-6 (Blazer) en cultivos de soya y cacahuate, un autor anónimo obtuvo los mejores resultados en aplicaciones postemergentes de 1 a 3 lt/ha diluidos en 200 a 500 lt de agua por ha en las especies de hoja ancha (malezas) de 2 a 4 cm de altura y si eran gramíneas de 1 a 2 hojas. Menciona que los cultivos pueden presentar un ligero daño en el follaje más tierno y que en frijol también se presenta tolerancia al producto. El mismo autor menciona que se puede aplicar en las dosis de 0.25 kg/ha, 0.5 kg/ha y 2 kg/ha y controlar las siguientes especies de malezas: Amaranthus retroflexus, Ambrosia artemisifolia, Bidens pilosa, Convolvulus arvensis, Ipomoea spp., Brassica campestris y Portulaca oleracea.

May Mora (1978) utilizó Carbofluorfen, Bentazon, mezclas entre ellos todos a diferentes dosis en el cultivo de frijol y determinó que los mejores tratamientos fueron a base de Bentazol 01 t/ha+ Carbofluorfen 0.595 lt/ha (y los tratamientos a base de Carbofluorfen a dosis de 0.595 l/ha y 1.19 lt/ha. En relación a la fitotoxicidad los tratamientos con Bentazon no resultaron dañinos al cultivo en ninguna dosis, carbofluorfen resultó bastante fitotóxica al cultivo.

Richardson (1980) trabajó con el herbicida Acifluorfen (difenil eter) con especies de hoja ancha, algunas se exponen a continuación:

Los resultados con 1.8 kg de i.a./ha el vigor de la maleza Chenopodium album se redujo en más del 70%; con 0.6 kg de i.a./ha Amaranthus retroflexus y Portulaca oleracea se redujo el vigor en 70% o más y con 0.2 kg de i.a. Rumex obtusifolius redujo el vigor en 70% o más. En cuanto a los cultivos, el chicharo en 0.6 kg de i.a./ha redujo el vigor en 15% o menos y el frijol en 0.2 kg de i.a./ha lo redujo también en un 15% o menos.

El grado de desarrollo para las especies tratadas fué el siguiente:

| ESPECIE | CULTIVAR | ESTADO DE DESARROLLO A LA APLICACION | TASA DEL ESTADO DE DESARROLLO |
|-----------------------------|----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| chicharo (Pisum sativum) | Dark skinned per- | 4-6 hojas | 9 hojas |
| Chenopodium album) | B&S Supplies 1973 | 4-5 hojas | 20 hojas |
| Rumex obtusifolius | B&S Supplies 1977 | 2 1/2-3 hojas | 3-4 hojas |
| Amaranthus retroflexus | WRO 1972 | 6-7 hojas | 12 hojas, floración |
| Portulaca oleracea | WRO 1973 | 4-5 hojas | 10-12 hojas |
| Frijol (Phaseolus vulgaris) | The prince | 2 hojas unifoliadas | 2-3 hojas trifoliadas |

3.3.2.3 Metabolismo de los Herbicidas dentro de la Planta.

La acción herbicida dentro de las plantas también involucra la estabilidad del compuesto y la actividad potencial en el sitio de acción

para interferir en procesos metabólicos esenciales del vegetal. Dependiendo del grupo químico al que pertenezca el herbicida, influirá este en determinados procesos como son:

1) Inhibición de la fotosíntesis: a) interfiriendo en la - transferencia de energía en la reacción de Hill; b) provocando cierre estomático por la acumulación de agua en los tejidos, evitando por lo tanto la transpiración.

2) Inhibición de la respiración, aunque se requieren estudios más detallados al respecto.

3) Interacción con el ácido nucléico y el metabolismo de las proteínas cuando se utilizan herbicidas parecidos a las auxinas, actualmente numerosos investigadores se dedican a este campo.

4) Interacción con las hormonas vegetales, donde es muy común el uso de auxinas sintéticas.

5) Efectos en las enzimas, se puede suponer que determinados herbicidas inhiben la actividad de ciertas enzimas provocando la muerte del vegetal pero al medir los niveles de enzimas "in vivo" no es posible distinguir entre los efectos del herbicida en la síntesis y/o actividad enzimática.

Actualmente se ha demostrado que las plantas alteran la estabilidad en la mayoría de los herbicidas orgánicos, lo que provee al vegetal la capacidad de detoxificar y/o degradar un herbicida, contribuyendo en un factor de selectividad (Mársico, 1980).

Fryer et al (1977) indican que el factor de selectividad puede manifestarse por tres vías:

- i) En las especies resistentes está presente un mecanismo químico que participa en el rompimiento de la molécula fitotóxica a un derivado no tóxico, mientras que en las especies susceptibles este mecanismo no está presente. De esta manera, el maíz (Zea mays) es resistente a la simazina que por medio de hidroxilación es convertida en un compuesto no fitotóxico dentro de la planta.
- ii) Algunas veces el herbicida aplicado no es fitotóxico pero dentro de la planta es convertido en un derivado fitotóxico en las especies susceptibles, tal es el caso de los ácidos fenoxibutíricos MCPB y 2,4-DB que por medio de B-oxidación son convertidos en los ácidos fenoxiacéticos MCPA y 2,4-D respectivamente.
- iii) Las especies susceptibles tienen un proceso bioquímico espe-

cífico y esencial que las especies resistentes no presentan. Si el herbicida es tóxico a este proceso, entonces la selectividad es utilizada. Los ejemplos de esta posibilidad aún no han sido probados definitivamente.

Matsunaka (1972) menciona que las principales reacciones que describen el metabolismo de los herbicidas en las plantas son: Hidrólisis, oxidación (hidroxilación, α , β , ω -oxidación, epoxidación, etc.) reducción, descarboxilación, N-dealquilación y conjugación, aunque también se presentan la deshalogenación, O-dealquilación, deshidrohalogenación y desdoblamiento del anillo aromático. Fisher (1979) incluye además como factor de selectividad, la velocidad en que la detoxificación se lleva a cabo en las diversas especies.

3.4 Características de los Herbicidas Empleados.

Los herbicidas utilizados son compuestos orgánicos que por su estructura química pertenecen a los grupos: a) difenil éter (Acifluorfen y Fomesafen) y b) Pirimidinas (Bentazon):

a) Difenil éteres.- Los herbicidas pertenecientes a este grupo se pueden dividir en dos grupos principales (Cremllyn, 1985):

- a.1. Los que contienen por lo menos un sustituyente en posición orto en el anillo benceno; son activos únicamente en presencia de luz.
- a.2. Aquellos que carecen de sustituyentes en posición orto, los cuales son activos en luz y oscuridad.

La mayoría de los difenil éteres pertenecen al primer grupo que además se caracteriza por presentar la doble sustitución en la posición 2.4 en el anillo A, con un grupo —nitro —4' en el anillo B, — aunque los grupos para-nitro a veces pueden ser reemplazados por un grupo cloro o uno ciano.

Los difenil éteres inhiben la reacción de Hill en la fotosíntesis, y se ha determinado que también reducen la respiración de las mitocondrias. (Fedtke, 1982).

La translocación de estos productos es limitada y un poco mayor de raíz a renuevo que viceversa y parece realizarse por el apoplasto. Se degradan rápidamente en los tejidos de la planta debido a que la unión eter se encuentra hendida y las sustituciones del anillo de benceno pueden ser modificadas, por ejemplo, en el fluorodifen, el radical —nitro del anillo de benceno sufre una reducción convirtiéndose la molécula en un radical —amino , siendo posible de esta manera

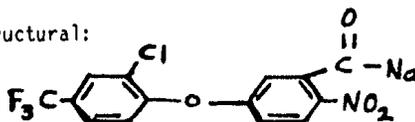
la conjugación con otros grupos de moléculas que pueden ser azúcares (glucosa), aminoácidos, péptidos y/o componentes de alto peso molecular (Matsunaka, 1972; Cremllyn, 1985; Ashton, 1981).

b) Pirimidinas.- En este grupo sólo los derivados del uracilo tienen alguna utilidad práctica. La actividad herbicida de estos componentes es debido a la inhibición de la fotosíntesis (como potentes inhibidores de la reacción de Hill) (Thomson, 1984).

En el caso particular del Bentazon se sabe que presenta una elevada solubilidad en agua y se ha comprobado la detoxificación del producto en las especies resistentes donde es rápidamente degradado mediante la formación de 6- y 8- hidroxibentazon (Fedtke, 1982).

3.4.1 Acifluorfen.

- 1) Nombre común: Acifluorfen - sódico.
- 2) Nombre comercial: Blazer.
- 3) Nomenclatura química: Sodio-5,2-cloro-4-(trifluoro metil) fenoxi-2-nitrobenzoato.
- 4) Fórmula molecular: $C_{14} H_6 ClF_3 NO_5 Na$
- 5) Fórmula estructural:

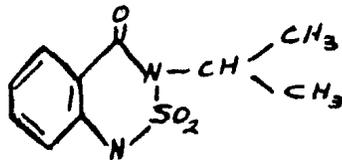


- 6) Origen: Rohm & Haas Co.
- 7) Propiedades físicas: Sólido cristalino, oscuro, punto de fusión 250°C. El producto técnico es soluble en agua: soluble en acetona, prácticamente inodoro.
- 8) Datos toxicológicos: DL₅₀ oral aguda ratas: 1.500 mg/kg; el producto formulado es menos tóxico; su DL₅₀ dermal aguda conejos es de 3.540 mg/kg. Puede provocar irritación en la piel y en los ojos.
- 9) Formulaciones: Solución acuosa al 22%.
- 10) Acción en las plantas: Actúa por contacto sobre los tejidos vegetales, con actividad pre y postemergente. En pre-emergencia forma una película sobre el suelo que destruye los tejidos en el momento de la emergencia. Su acción es favorable por las altas temperaturas.
- 11) Comportamiento en el suelo: Se absorbe en los suelos ricos en materia orgánica. La humedad del suelo favorece la actividad del herbicida cuando se aplica como preemergente.
- 12) Usos: Control selectivo postemergente de malezas anuales de hoja angosta y ancha en el cultivo de soya y cacahuate. Cultivos tolerantes: Soya, maíz y girasol solamente en preemergencia.
- 13) Información complementaria: Se absorbe difícilmente del suelo y el movimiento a la hoja es pobre. Actúa por contacto activándose con la luz; no quedan residuos para la si-

guiente cosecha. Se aplica de 0.25 a 1 kg/ha en soya con 1 a 5 hojas verdaderas, para control de pastos con 1 a 3 hojas y de hoja ancha en cualquier edad postemergente. Es experimental para ciertos cultivos (frijol y alfalfa) y situaciones.

3.4.2 Bentazon.

- 1) Nombre común: Bentazon (BSI: WSSA).
- 2) Nombre comercial: Basagran.
- 3) Nomenclatura química: 3-isopropil-2,1,3-benzotiadiazinona-(4)-2,2-dioxido.
- 4) Fórmula molecular: $C_{10}H_{12}N_2O_3S$
- 5) Fórmula estructural:



- 6) Origen: BASF, 1968.
- 7) Propiedades físicas: Sólido, cristalino, inodoro. Punto de fusión: 137 a 139°C. Se descompone a temperaturas superiores a 200°C. Solubilidad en agua a 20°C: 0.05 gramos c/100 g; soluble en acetona y otros solventes orgánicos.
- 8) Datos toxicológicos: DL_{50} oral aguda en ratas: 1.100 mg/kg;

DL₅₀ dermal aguda ratas: mayor a 2.500 mg/kg, la DL₅₀ dermal aguda ratas del formulado es de 6.050 mg/kg. Puede causar ligera irritación en los ojos, tiene baja toxicidad por inhalación.

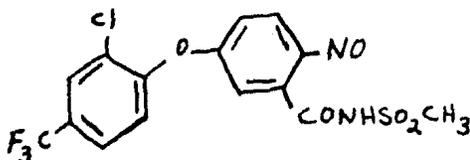
- 9) Formulaciones: Sal sódica en solución acuosa a 48%.
- 10) Acción en las plantas: Por contacto; las hojas lo absorben, pero tiene muy poca translocación; actúa inhibiendo la reacción de Hill y la fotosíntesis. Las curvas de degradación y los análisis de residuos en soja y otros cultivos tratados señalan que en el momento de la cosecha no se detectan residuos en las partes del vegetal destinadas al consumo humano.
- 11) Comportamiento en el suelo: El suelo lo absorbe poco, su descomposición se produce rápidamente por acción microbiana y, además, las lluvias lo lavan fácilmente. En consecuencia, la persistencia de residuos con actividad herbicida es muy breve y no afecta los cultivos sensibles que sigan en la rotación. No tiene efecto sobre el proceso biológico de nutrificación.
- 12) Usos: Control selectivo postemergente en diversas malezas en los cultivos de gramíneas, soja y otras leguminosas. Controla una gran cantidad de malezas dicotiledóneas anuales y algunas ciperáceas.
Cultivos tolerantes: Maíz, sorgo, cacahuete, soja, alfalfa,

chícharo, cebolla, frutales, arroz.

- 13) Información complementaria: Controla muchas anuales de hoja ancha de modo selectivo por acción de contacto, en estado de 2 a 10 hojas. Se aplica en soya de 1 a 2 kg/ha de post-emergencia en cualquier estado del cultivo, así como cacahuete, maíz y arroz. En frijol de 1-2 kg/ha después de extender la primera hoja trifoliada. En chícharo de 1 a 2 kg/ha con 3 pares de hojas en adelante. Es experimental en cebolla, papa, alfalfa y otros.

3.4.3 Fomesafen.

- 1) Nombre común: Fomesafen.
- 2) Nombre comercial: Flex.
- 3) Nomenclatura química: 5-(2-cloro-4-(trifluorometil) fenoxi)-N-metil sulfonil-2-nitrobenzamida.
- 4) Fórmula molecular: $C_{15}H_{10}ClF_3N_2O_6S$
- 5) Fórmula estructural:



- 6) Origen: ICI.
- 7) Propiedades físicas: Sólido cristalino blanco: Punto de fusión 220 a 221°C, la solubilidad en agua depende del pH:

menos de 10 ppm a pH de 1-2, soluble en una variedad de disolventes orgánicos.

- 8) Datos toxicológicos: DL_{50} (mg/kg) varía en diferentes especies, en general Fomesafen y su sal sódica son de baja toxicidad aguda. En el caso de: rata macho vía oral 1250-2000 DL_{50} (mg/kg). Rata hembra vía oral 1600 DL_{50} (mg/kg).
- 9) Formulación: Acuoso, al 25% de fomesafen/litro presente en forma de sal sódica.
- 10) Acción en las plantas: Es absorbido por las hojas y las raíces, no se transloca bien en el floema, por lo tanto hay que cubrir las caras, axilas y ápices de las hojas, ejerce su acción principal sobre la fotosíntesis y como síntoma - presenta necrosis foliar provocando la desecación y muerte de la planta.
- 11) Comportamiento en el suelo: Estudios de laboratorio reportan que se degrada despacio en el suelo en condiciones aerobias, con una vida media de 6 meses, pero en condiciones - anaerobias se degrada rápidamente con vida media de menos de un mes.
En condiciones de campo la disposición en el suelo indica que Fomesafen no se acumula en los niveles inferiores, sino en los primeros 15 cm del suelo.
- 12) Usos: El uso más eficaz del herbicida es para la aplicación en postemergencia para malezas de hoja ancha cuando la

maleza presenta de 2 a 3 hojas. Experimentalmente se emplea en soya y en algunos otros cultivos.

- 13) Información complementaria: Puede ser mezclado con Fusilade para el control de gramíneas. Con una aplicación de - postemergencia puede obtenerse un control de malezas por cuatro semanas por efecto residual en el suelo.

IV. MATERIALES Y METODOS.

4.1 Localización.

El experimento se llevó a cabo en parcelas de la FES-C, UNAM, ubicada en la Cuenca del Valle de México al oeste de la cabecera municipal del Municipio de Cuautitlán, Estado de México, entre los $19^{\circ}37'$ y $19^{\circ}45'$ latitud norte y $99^{\circ}07'$ y $99^{\circ}14'$ de longitud oeste, con altitud de 2250 m.s.n.m. y precipitación promedio anual de 605 mm, con clima templado, de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García corresponde a un $C(wo)(w)_b(i')$.

Las parcelas donde se realizó el trabajo presentan un pH 6.2, contenido de materia orgánica de 2.14% y el contenido de nitrógeno total es de 14 kg/ha.

4.2 Variedades Utilizadas.

La variedad de chícharo fué Santa Elena y el frijol fué Canario 101.

4.3 Malezas de Hoja Ancha Identificadas.

Amaranthus hybridus L., Chenopodium album L., Echinopepon mille-

florus Rdz., Portulaca oleracea L., Sonchus oleracea L., y Tithonia tubaeformis (Jacq) Cuss.

4.4 Herbicidas Evaluados.

Acifluorfen (Origen: Rohm & Hass).

Bentazon (Origen: BASF).

Fomesafen (Origen: ICI).

4.5 Equipo.

Aspersora con boquilla de abanico con gasto de 400 lt/ha.

4.6 Métodos.

4.6.1 Establecimiento de los Cultivos.

La siembra se realizó el 6 de julio en parcelas de 337.5 m² para cada cultivo, la distancia de siembra fué de 60 cm, entre surcos y 10 cm entre plantas. Después de la siembra se fertilizó con la dosis 60-40-00.

4.6.2 Diseño Experimental.

El diseño empleado fué completamente al azar y los tratamientos para ambos cultivos fueron:

| TRATAMIENTO | HERBICIDA | DOSIS (1t/ha) |
|-------------|--------------------|---------------|
| 1 | Fomesafen | 0.5 |
| 2 | Fomesafen | 1.0 |
| 3 | Fomesafen | 1.5 |
| 4 | Bentazon | 1.0 |
| 5 | Bentazon | 1.5 |
| 6 | Acifluorfen | 1.0 |
| 7 | Acifluorfen | 1.5 |
| 8 | Siempre enhierbado | |
| 9 | Siempre limpio | |

Unidad experimental: 12.5 m².

Número de repeticiones: 3.

4.6.3 Grado de desarrollo de las Especies Vegetales al momento de la Aplicación.

La aplicación de los herbicidas fué postemergente en suelo húmedo a los 25 días después de la siembra. Al momento de la aplicación

las especies vegetales presentaban las siguientes características:

- Chicharo: Más de cuatro hojas bien formadas y altura de 20 cm.
- Frijol: Dos hojas trifoliadas extendidas y altura de 35 cm.
- Malezas: En general presentaron más de 8 hojas bien formadas y altura de 30 a 40 cm.

4.6.4 Toma de Datos.

Después de la aplicación de los herbicidas, se realizaron muestreos cada tercer día, siendo un total de 7, con evaluaciones cualitativas de acuerdo a la escala de EWRS (APENDICE) al considerar el porcentaje de control de las malezas y el porcentaje de fitotoxicidad en los cultivos; asimismo, se llegó a la obtención del rendimiento por hectárea para cada tratamiento.

Los resultados del porcentaje de control de malezas y del porcentaje de fitotoxicidad de los cultivos fueron sometidos a un análisis estadístico no paramétrico mediante la prueba de Kruskal y Wallis para un diseño completamente al azar (DCA) (ver APENDICE), con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas entre los

tratamientos; mientras que los datos obtenidos para el rendimiento se sometieron al análisis estadístico paramétrico de la prueba de - Duncan para determinar si los tratamientos son iguales o equivalentes y cuál de ellos es el mejor.

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

5.1 Porcentaje en el Control de Malezas.

Los resultados finales en el control de malezas fueron:

Acifluorfen.- A partir del primer muestreo se presentó el control del 70% para la dosis de 1.0 lt/ha; del 80% en la dosis de 1.5 lt/ha. Hubo recuperación de las malezas a partir del tercer muestreo.

Bentazon.- Unicamente se observó que el crecimiento se detuvo hasta el primer muestreo en ambas dosis y que a partir del segundo, la maleza se recuperó presentando un control de 5%.

Fomesafen.- Desde el primer muestreo se observó en la dosis de 0.5 lt/ha un control del 70%; en 1.0 lt/ha fué del 85% y en 1.5 lt/ha fué mayor al 90%. Conforme aumentó la dosis, el tiempo de recuperación de las malezas fué mayor, aunque no en todas las especies.

Estos resultados se aprecian en la figura 1.

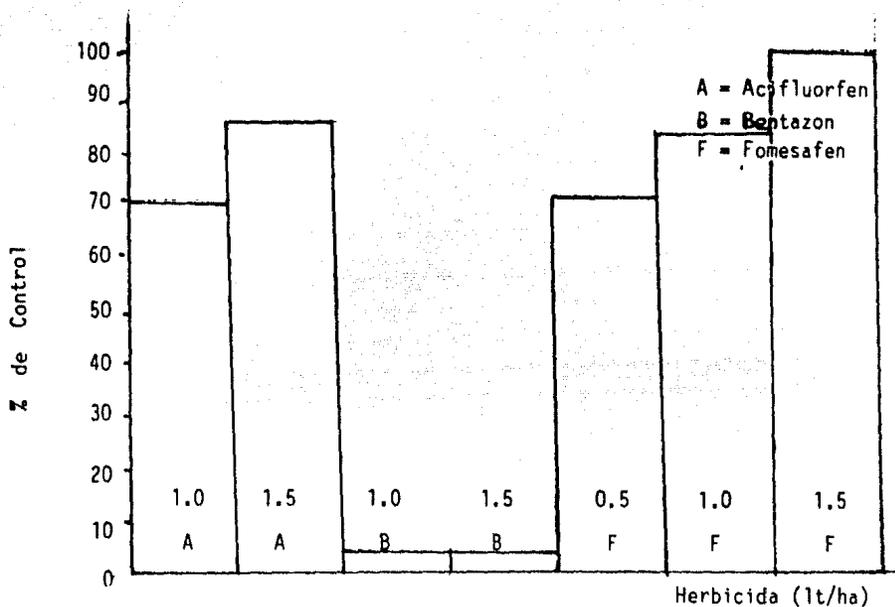


Figura 1.- Nivel general del Control de Malezas de Hoja Ancha para cada Tratamiento en Chícharo y Frijol.

Una vez realizada la prueba de Kruskal y Wallis para un DCA, se obtuvo:

$$T^* > \chi^2_{(0.05)(6g.l.)}$$

(18.036) > (12.5916)

indicando que se rechaza H_0 , por lo tanto hay diferencias significativas entre algunos de los tratamientos.

Bajo esta consideración se determina que el herbicida que controló mejor fué el Fomesafen 1.5 lt/ha (94%), seguido por el Fomesafen 1 lt/ha (82%), Acifluorfen 1.5 lt/ha (81%), Fomesafen 0.5 lt/ha (70%), Acifluorfen 1.0 lt/ha (70%) y por último el control más bajo con Bentazon en ambas dosis.

Lo anterior indica que además de las diferencias entre los productos, es determinante la dosis empleada, y cabe señalar que se observó que el tiempo al rebrote de la maleza aumentó mientras mayor fué la dosis de los herbicidas.

Es interesante indicar que la literatura recomienda, en términos generales, que la aplicación de los tres herbicidas manejados en este estudio, debe efectuarse cuando las malezas presentan un grado de desarrollo tal de una altura de 10 cm, y de 2 a 3 hojas en el caso del uso de Fomesafen; de 2 a 4 hojas al utilizar Acifluorfen, y de 1 a 2 hojas cuando se trata de Bentazon. No obstante, al tiempo de aplicación de tales herbicidas, las malezas presentaban más de 8 hojas bien desarrolladas y una altura de 30 a 40 cm.

Ahora bien, si los resultados muestran que se requieren dosis mayores de los herbicidas para obtenerse un mejor control de malezas, entonces se puede concluir que mientras mayor sea el grado de desarrollo de las malezas, dosis más elevadas de los herbicidas tendrán que

requerirse, lo cual está de acuerdo con la literatura, que explica que el grado de desarrollo de la maleza es determinante en la acción del herbicida sobre ella, de modo que mientras más jóvenes son las plantas, resultan ser más susceptibles al herbicida, ya que presentan un elevado porcentaje de tejido meristemático y las deposiciones de cera son más bajas. Estos depósitos superficiales se forman durante el período de expansión foliar, culminando poco después de haberse completado esta expansión, es así como la cantidad de líquido retenido en la superficie de las hojas estará dando un índice de selectividad pues aquellas especies que hayan retenido mayor cantidad de producto, tuvieron mayores probabilidades de absorberlo y fueron las más afectadas.

Por otra parte, se encontró que en el tercer muestreo realizado, la maleza se recuperó, lo cual indica que ésta tuvo capacidad para detoxificarse del herbicida en las dosis utilizadas, tal vez por ciertas reacciones bioquímicas, en el caso de los herbicidas difenil éteres el proceso de detoxificación puede resultar de la ruptura del enlace éter que puede ocurrir por medio de la reducción del grupo -nitro y posteriormente por la conjugación con otros compuestos que formaran metabolitos inactivos.

Con Bentazon se aprecia que no fué efectivo en el control, requiriendo dosis mayores en aplicaciones sobre las plantas con el gra-

do de desarrollo que presentaban estas malezas puesto que es posible que en las concentraciones empleadas se haya presentado la degradación rápida del herbicida.

5.2 Porcentaje de fitotoxicidad en los Cultivos.

Los resultados finales para cada cultivo fueron:

Chicharo.- Con los productos Acifluorfen y Fomesafen, la fitotoxicidad fué mayor al 70%. Con Bentazon no hubo daño.

Frijol.- Con Acifluorfen 1.0 lt/ha el porcentaje fué mayor al 10%; en 1.5 lt/ha fué mayor al 15%. Para Bentazon en ambas dosis fué menor al 5%. Con Fomesafen 0.5 lt/ha fué aproximadamente del 5%, en la dosis de 1.0 lt/ha menor al 10% y en 1.5 lt/ha fué mayor al 10%.

Estos resultados se observan en las figuras 2 y 3.

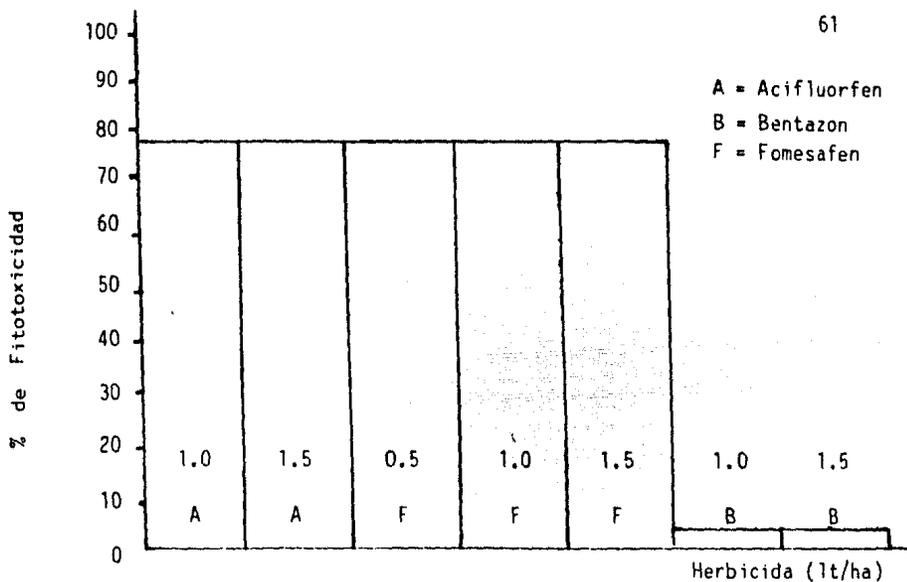


Figura 2.- Porcentaje de Fitotoxidad en Chicharo, 10 días después de la Aplicación de los Herbicidas.

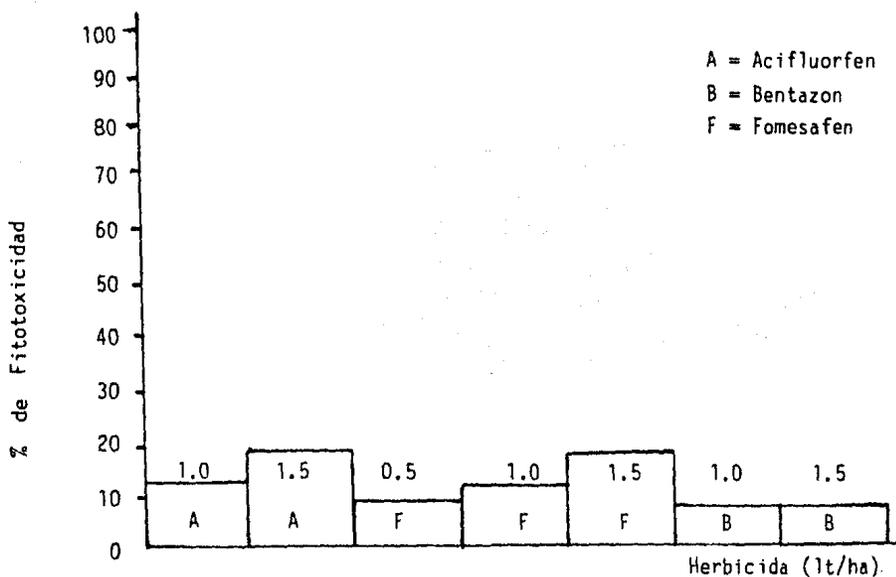


Figura 3.- Porcentaje de Fitotoxidad en Frijol, 10 días después de la Aplicación de los Herbicidas.

Con la prueba de Kruskal y Wallis se obtuvo:

$$\begin{array}{r}
 T^* \quad \left. \vphantom{T^*} \right\} \chi^2 \\
 \quad \quad \quad (0.05)(6 \text{ g.l.}) \\
 (17.94) \quad \quad (12.5916)
 \end{array}$$

lo que indica que se rechaza H_0 , por lo tanto hay diferencias significativas entre algunos de los tratamientos.

Estos resultados están relacionados con la selectividad de los herbicidas, que puede deberse a factores fisiológicos y de metabolismo, ya que una vez dentro del tejido la acción herbicida requiere de la estabilidad del compuesto y de la actividad potencial en el sitio de acción, factores que pueden ser alterados por la capacidad que tiene el vegetal de modificar la estructura de la mayoría de los herbicidas orgánicos, conduciendo a la detoxificación y/o degradación del compuesto a través de diferentes procesos metabólicos inactivando al herbicida.

Relacionado con el metabolismo del Fomesafen, se ha indicado que la tolerancia de la soya a este herbicida se debe a la capacidad que tiene ésta de romper el enlace éter difenílico característico del grupo para formar metabolitos inactivos determinando un factor de selectividad inherente de la especie. De esta manera se puede considerar que el frijol presente la misma característica de la soya para inac-

tivar al compuesto, característica que no se presentó en el chícharo.

En los tratamientos con Acifluorfen puede explicarse la respuesta en frijol, considerando que este herbicida también pertenece al grupo de los difenil éteres, y aún cuando la planta tiene la capacidad de romper algún enlace del producto, la velocidad de detoxificación es baja y por ésto presenta la más alta fitotoxicidad en ambas dosis. En cuanto al chícharo, tampoco presentó tolerancia a este herbicida.

El Bentazon es metabolizado rápidamente en las plantas tolerantes a través de la formación de conjugados, tal parece que esta condición pudo favorecer el bajo nivel de fitotoxicidad en ambos cultivos.

5.3 Rendimiento.

En el chícharo no se obtuvo el rendimiento debido a la elevada fitotoxicidad provocada por los herbicidas Acifluorfen y Fomesafen, y al nulo control con Bentazon.

En frijol se obtuvo el rendimiento en todos los tratamientos (APENDICE), y con estos valores se desarrolló la prueba de DUNCAN (estadística paramétrica) tal y como se indica en los cuadros 3 y 4.

Cuadro 3. Análisis de Varianza para el Rendimiento Obtenido en Frijol. (De acuerdo a la prueba de Duncan).

| F. V. | g.l. | S.C. | C.M. | Fca1 | F tablas | |
|--------------|------|---------|---------|--------|----------|------|
| | | | | | 0.01 | 0.05 |
| Tratamientos | 8 | 8834448 | 1104306 | 551.91 | 3.71 | 2.51 |
| Error | 18 | 36016 | 2000.88 | | | |

Cuadro 4. Comparaciones entre las Medias del Rendimiento Obtenido en todos los Tratamientos para Frijol.

| Tratamientos (dosis lt/ha) | Rendimiento (Kg/ha) | Comparación |
|-------------------------------|------------------------|-------------|
| Siempre limpio | 2460 | |
| Fomesafen 1.5 | 1848 | |
| Acifluorfen 1.5 | 1408 | |
| Acifluorfen 1.0 | 1360 | |
| Fomesafen 1.0 | 1349 | |
| Fomesafen 0.5 | 1295 | |
| Bentazon 1.5 | 1168 | |
| Bentazon 1.0 | 894 | |
| Siempre enhierbado | 246 | |

0 = Las líneas representan que no hay diferencia estadísticamente.

Como puede observarse los mejores tratamientos fueron: tratamiento siempre limpio y Fomesafen 1.5 lt/ha; los tratamientos Acifluorfen en ambas dosis conjuntamente con Fomesafen 0.5 y 1.0 lt/ha fueron estadísticamente iguales o equivalentes. Finalmente, con Bentazon en ambas dosis se obtuvo el rendimiento y control más bajos.

Cuando se realizó la prueba con $\alpha=0.05$ se obtuvo el mismo resultado exepcto en el tratamiento con Acifluorfen 1.5 lt/ha que no fué equivalente con Fomesafen 0.5 lt/ha.

Estos resultados se esperaban desde que se realizaron los muestreos en el porcentaje de control, ya que el efecto perjudicial de las malezas consiste, entre otros, en la competencia que se establece con los cultivos por agua, espacio, luz, nutrientes, etc., por lo tanto, se obtienen bajos rendimientos. De esta forma, siendo el Fomesafen (1.5 lt/ha) el producto y dosis que controlaron mejor a las malezas, también reportó el rendimiento más alto entre los tratamientos con herbicidas.

De acuerdo con la teoría fuente-demanda fisiológica, en las diferentes etapas fenológicas de los vegetales, los meristemas, las hojas jóvenes, los botones florales, etc., representan zonas de gran demanda de fotoasimilados a partir de la fuente (hojas activas fotosintéticamente), desarrollándose una translocación elevada de foto-

asimilados vía floema, de modo que cuanto mayor sea el número de hojas que se eliminen, y cuanto más temprano en el ciclo de la planta se haga dicha operación, menor será el rendimiento. Por otra parte, aún cuando la obtención del rendimiento sea de interés especialmente en las especies cultivadas, el comportamiento en la translocación de fotoasimilados es igual, aún en las especies donde no hay interés en el rendimiento como es el caso de las malezas.

De esta forma, siendo la fotosíntesis el proceso fisiológico inhibido por los herbicidas empleados en las especies susceptibles, los resultados en el control de malezas y la fitotoxicidad de los cultivos repercuten directamente en el rendimiento obtenido.

VI. CONCLUSIONES.

- 1) El mejor control de malezas y el rendimiento más alto se obtuvo con el herbicida Fomesafen en frijol en la dosis de 1.5 lt/ha.
- 2) Los herbicidas Fomesafen en las dosis 0.5 y 1.0 lt/ha, conjuntamente con Acifluorfen 1.0 y 1.5 lt/ha aún cuando presentan diferentes valores en el porcentaje del control de malezas y en rendimiento, estadísticamente son iguales o equivalentes.
- 3) El control de malezas y rendimientos más bajos en frijol se obtuvo en las dosis 1.0 y 1.5 lt/ha con el herbicida Bentazon.
- 4) En chícharo los productos Acifluorfen y Fomesafen no son recomendables por su alta fitotoxicidad al cultivo.
- 5) Con el herbicida Bentazon la fitotoxicidad en chícharo fué muy baja, pero no es el más recomendable para el control de malezas en este cultivo.
- 6) La fitotoxicidad en frijol fué muy baja con todos los herbi-

cidas: Con Acifluorfen en ambas dosis se observó del 13-19%, con Fomesafen en las tres dosis del 7 al 12% (siendo a mayor dosis mayor porcentaje) y para Bentazon el daño fué mínimo, menor al 5%. Por lo tanto, si con Fomesafen 1.5 lt/ha se observó mayor control y baja fitotoxicidad (12%), este producto es el más recomendable.

Para la continuidad en la investigación de los productos Acifluorfen y Fomesafen, se sugiere la experimentación a nivel comercial con los cultivos empleados; asimismo, evaluaciones sobre el efecto en control y fitotoxicidad con más de una aplicación.

VII. BIBLIOGRAFIA.

- Agundis, O.M. Valtierra, A. y Castillo. 1962. Periodos críticos de competencia entre frijol y malezas. Agricultura técnica en México 2(2). Pág. 87 - 90.
- Anderson, W.P. 1977. Weed Science: Principles. West Publ. Co. N.Y. USA.
- Ashton & Crafts. 1981. Mode of action of herbicides. Wiley-Interscience. USA.
- Ashton, F. & Klingman, G. 1980. Estudio de las plantas nocivas. Ed. Limusa. México. 448 págs.
- Audus, L.J. 1976. Herbicides, physiology, biochemistry, ecology. 2nd. edition. Vol. II. London. Great Britain.
- Brown, A. 1978. Ecology of pesticides. Wiley-Interscience Publication. USA. Pp. 326.
- Büchel et al. 1983. Chemistry of pesticides. Wiley-Interscience Publications. USA. 376 - 381 pp.
- Cremlyn, R. 1985. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Ed.

Límusa. México. pp. 223 - 266.

De la Teja, O. 1982. Estudio de las características edáficas de los suelos de la FES-C. Depto. Ciencias Agrícolas. UNAM. México.

Espinosa, G.F. 1981. Las malezas: ¿Una maldición? Rev. Naturaleza. Vol. 12 número 5 (87) México. Págs. 297 - 307.

Fedtke, Carl. 1982. Biochemistry and physiology of herbicide action. Springer-Verlag. Germany. 202 págs.

Fischer, Alberto. 1979. Factores de selectividad en el empleo de herbicidas. Apuntes UACH. México. 21 págs.

_____ 1979. Interacción entre los herbicidas y las plantas. Apuntes UACH. México.

Fryer & Makepeace. 1977. Weed control Handbook. Vol. I. Principles. Blackwell Scientific Publications. Great Britain. Pp. 48 - 65.

Galston, A., Davies, P., Satter, R. 1980. The life of the green plant. 3rd. edition. Prentice Hall. USA. 464 pp.

- García, B.A. 1979. Ensayo de adaptación y rendimiento de 8 variedades de chícharo (Pisum sativum L.) bajo condiciones de riego. UASLP. Tesis Profesional. México.
- ICI. 1983. Fomesafen (PPO21). Boletín de datos. ICI. México. 16 págs.
- Martínez, H. 1972. Efecto de la fertilización e inoculación sobre el rendimiento de grano y fijación de nitrógeno en el cultivo de chícharo. Tesis Profesional. UACH. México.
- Mársico, O. 1980. Herbicidas y fundamentos del control de malezas. Ed. Hemisferio Sur, S. A. Argentina. 298 págs.
- Matsumura, F.; Mallory, C., Misato, T. 1972. Environmental toxicology of pesticides. Academic-Press. USA. Pp. 341 - 365.
- May, M.G. 1978. Evaluación de herbicidas en aplicación postemergente al cultivo del frijol en la zona de Chapingo. Tesis Profesional. UACH. México.
- Muzik, T. J. 1973. Weed biology and control. McGraw Hill. USA.
- NAS. 1982. Plantas nocivas y cómo combatirlas. Vol. II. Ed. Limu-

sa. México. 73 págs.

Reyes, C.P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. Ed. Trillas. México. Pp. 112 - 118.

Richardson, W. G.; West, T. M. & Parker, C. 1980. The activity and postemergence selectivity of some recently developed herbicides: R 40244, DPX 4189, ACIFLUORFEN, ARP 34102 (NP 55) and PPO09. Technical Report No. 61. Weed Research Organization, London.

Robins, W. W. 1955. Destrucción de malas hierbas. UTEHA. México. Pp. 169 - 179.

Rojas, G. M. 1984. Manual teórico práctico de herbicidas y fitorre-
guladores. Ed. Limusa. México. 144 págs.

Robles, S. R. 1979. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa. México.

SARH-DGEEA. 1981. Anuario Estadístico. México. Págs. 146, 147, 152 - 153.

SEP. 1984. Chicharo y frijol. Ed. Trillas. México.

Thomson, W. T. 1984. Agricultural chemicals. Book II. Herbicides.
Thomson Publications. USA. 210, 214, 232, 235.

Velez, E. 1968. Herbicides. 1^a. Parte. UACH. México.

VIII. APENDICE.

| Cuadro 1 A.- Resultados del Porcentaje de Control de Malezas en Chícharo y Frijol. | | | | | | | |
|--|-------------------|-----|-----|------------------|-----|---------------------|-----|
| tratamiento repetición | FOMESAFEN (1t/ha) | | | BENTAZON (1t/ha) | | ACIFLUORFEN (1t/ha) | |
| | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 1.0 | 1.5 | 1.0 | 1.5 |
| r ₁ | 70 | 78 | 90 | 5 | 5 | 70 | 80 |
| r ₂ | 78 | 85 | 98 | 5 | 5 | 70 | 80 |
| r ₃ | 70 | 85 | 95 | 5 | 5 | 70 | 85 |
| \bar{x} | 72 | 82 | 94 | 5 | 5 | 70 | 81 |

| Cuadro 2 A.- Resultados del Porcentaje de Fitotoxicidad en Frijol. | | | | | | | |
|--|-------------------|-----|-----|------------------|-----|---------------------|-----|
| tratamiento repetición | FOMESAFEN (1t/ha) | | | BENTAZON (1t/ha) | | ACIFLUORFEN (1t/ha) | |
| | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 1.0 | 1.5 | 1.0 | 1.5 |
| r ₁ | 5 | 8 | 10 | 5 | 5 | 13 | 18 |
| r ₂ | 5 | 8 | 18 | 5 | 5 | 15 | 20 |
| r ₃ | 7 | 8 | 10 | 5 | 5 | 13 | 20 |
| \bar{x} | 7 | 8 | 12 | 5 | 5 | 13 | 19 |

Cuadro 3 A.- Resultados del Rendimiento (kg/ha) en Frijol.

| tratamiento repetición | FOMESAFEN (1t/ha) | | | BENTAZON (1t/ha) | | ACIFLUORFEN (1t/ha) | | | |
|---------------------------|-------------------|------|------|------------------|------|---------------------|------|-----|------|
| | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 1.0 | 1.5 | 1.0 | 1.5 | | |
| r ₁ | 1272 | 1347 | 1836 | 932 | 1208 | 1389 | 1385 | 255 | 2514 |
| r ₂ | 1307 | 1402 | 1802 | 844 | 1119 | 1298 | 1439 | 199 | 2416 |
| r ₃ | 1306 | 1298 | 1906 | 906 | 1177 | 1393 | 1400 | 284 | 2450 |
| \bar{x} | 1295 | 1349 | 1848 | 894 | 1168 | 1360 | 1408 | 246 | 2460 |

Cuadro 4 A.- Escala Fitotoxicidad al Cultivo. (Evaluación Cualitativa). *

| Puntuación | Síntomas de intolerancia ° |
|------------|--|
| 1 | Ausencia absoluta de síntomas/plantas sanas. |
| 2 | Síntomas muy leves, cierta atrofia, etc. |
| 3 | Síntomas leves, pero claramente apreciables. |
| 4 | Síntomas más acusados (p.e.clorosis) probablemente sin efecto negativo sobre la cosecha. |
| 5 | Raleo de la flor, fuerte clorosis y/o atrofia: Es de esperar que se vea afectada la cosecha. |
| 6 | Daños crecientes hasta la desaparición del cultivo. |

* Escala de puntuación EWRS.

Cuadro 5 A.- Prueba de Kruskal y Wallis.

De acuerdo a este análisis, el estadístico de prueba es igual a:

$$T = \left(\frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^t \frac{R_i^2}{n_i} \right) - 3(N+1)$$

cuando hay empates en las observaciones se utiliza:

$$T^* = \frac{T}{\left[1 - \frac{\sum_{i=1}^t e_j (e_j^2 - 1)}{N(N^2 - 1)} \right]}$$

donde H_0 : Todos los tratamientos son iguales.

H_a : Al menos uno de los tratamientos es diferente.

Regla de decisión rechazar H_0 si $T^* (T \text{ de tablas}) > \chi^2_{\alpha}(t-1)$