

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



"EVALUACION DE DIFERENTES
METODOS DE CONTROL DE MALEZAS
DE MAIZ (Zea mays L.), EN
MARIN, NUEVO LEON"

TESIS

QUE CON OPCION AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

LUIS CARLOS ALVARADO GOMEZ

MARIN, N. L.

OCTUBRE, 1984

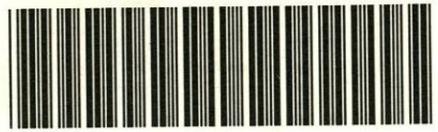
T

SB613

.M6

A4

c.1



1080060685

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EVALUACION DE DIFERENTES METODOS DE CONTROL DE
MALEZAS EN MAIZ (Zea mays L.), EN MARIN, NUEVO
LEON"

TESIS

QUE CON OPCION AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

LUIS CARLOS ALVARADO GOMEZ

MARIN, N. L.

OCTUBRE, 1984.

5827

T
SB613
.M6
A4



040.633
FA13
1984
C.5

RECORDAR ES TRATAR DE RETENER
LA FELICIDAD QUE SE HA IDO; -
SIN EMBARGO EL RECUERDO DE --
ESTA FELICIDAD ENCIERRA EN SI
MISMO, UNA INDESTRUCTIBLE - -
TRISTEZA.

PARA VICKY, DONDE QUIERA QUE
SE ENCUENTRE.

A MIS PADRES:

ING. JOSE PABLO ALVARADO
MARIA SOCORRO GOMEZ DE ALVARADO
CON PROFUNDO CARIÑO POR SUS
SACRIFICIOS.

A MIS HERMANOS:

SERGIO PABLO - MARIA ANTONIA
ALEJANDRA MIREYA - LEOPOLDO
FRANCISCO JAVIER
GEORGINA ROCIO - FRANCISCO JAVIER
OMAR GUADALUPE
ODETH LORENA

A MIS MAESTROS:

QUE FUERON FUENTE DE INSPIRACION
EN MI SUPERACION PERSONAL.

ESPECIALMENTE A:

ING. ELIAS TREVIÑO

ING. CARLOS H. SANCHEZ

A MIS FAMILIARES

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

A MI ESCUELA

AL ING. BENJAMIN BAEZ FLORES
POR SU COOPERACION PARA LA
REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

AL INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACIONES AGRICOLAS
POR SUS NOBLES OBJETIVOS.

EN FORMA ESPECIAL AL
ING. ROSALIO VARGAS MORGADO
POR SUS CONSEJOS.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	4
MATERIALES Y METODOS	43
RESULTADOS	51
DISCUSION.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
RESUMEN	62
BIBLIOGRAFIA	64

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

	Pág.
FIGURA No. 1. Croquis de distribución en el campo de los tratamientos del experimento	45
CUADRO No. 1. Rendimiento en Kilogramos por parcela útil (28.8m ²), de maíz en grano (12% de humedad) de los seis (6) tratamientos para cuatro (4) repeticiones. CIAFAUANL 1981	52
CUADRO No. 2. Rendimiento en Kilogramos por hectárea de maíz en grano (12% de humedad) de los seis (6) tratamientos para cuatro (4) repeticiones. CIAFAUANL 1981	53
CUADRO No. 3. Análisis de varianza de los rendimientos de maíz, del experimento sobre Métodos de Control de Malezas. CIAFAUANL 1981	54
CUADRO No. 4. Comparación de medias por el Método Duncan.	55
CUADRO No. 5. Análisis económico de los tratamientos del experimento sobre Métodos de Control de Malezas. CIAFAUANL 1981.	56
CUADRO No. 6. Relación Costo/Beneficio en los tratamientos del experimento sobre Métodos de Control de Malezas. CIAFAUANL 1981	57

INTRODUCCION

La alimentacion de la poblacion mundial en rápido crecimiento, requiere urgentemente un incremento acelerado de la producción de artículos alimenticios. Al respecto cabe señalar que las zonas tropicales y subtropicales han de desempeñar un papel de gran importancia, pues ellas son las que presentan el mayor crecimiento demográfico y también el peor abastecimiento actual de comestibles. Además poseen las reservas más grandes de áreas no aprovechadas o insuficientemente aprovechadas. (14,25)

El maíz constituye el alimento básico de mayor importancia en México y en casi todos los países de América. En nuestro país se calcula que esta especie cubre alrededor del 51% del área total que se encuentra bajo cultivo.

Respecto a la producción mundial por especies cultivadas, el maíz ocupa el tercer lugar, con una superficie total de 105;142,000 hectáreas y un rendimiento total de 214;760,000 toneladas de maíz en grano. Esto de por sí explica la gran importancia del conocimiento y aplicación de las mejores técnicas de cultivo para la obtención de máximos rendimientos y óptima calidad. (23)

Los estudios realizados demuestran que cuando las malezas sólo poseen entre 15 y 20 cms. de altura ya han reducido el --

rendimiento del maíz.

El mayor daño que provocan las malezas que crecen desde temprano se debe especialmente a que compiten durante toda la estación. Las malezas que inician su crecimiento después de la última labor cultural compiten sólo durante una parte de la estación. (3, 5)

En trabajos realizados se determinó que cuando se permitió el crecimiento de malezas durante 2, 3 y 5 semanas después de brotar el maíz, se obtuvo la siguiente reducción en el rendimiento, 630 Kg/Ha., 1.2 ton/Ha. y 1.4 ton/Ha., respectivamente. (19)

De lo anterior se deduce que el maíz debe estar o mantenerse libre de malezas durante los primeros 30 a 50 días, para evitar pérdidas que lleguen a un 23% si no se combate durante los primeros 30 días y hasta un 46% si se deja todo el ciclo.

Para el caso del frijol, debemos de mantenerlo limpio de malezas durante los primeros 15 a 40 días para evitar daños de consideración, ya que está demostrado que si los primeros 20 días no se controla la maleza pueden mermar el rendimiento hasta un 33% y en un 60% si se deja maleza durante todo el ciclo del cultivo. (1)

Debido al control inadecuado de malezas, la producción mundial de arroz sufre una reducción del 30%. En los trópicos encontramos que el café y el maní rindieron un 5% menos (8)

El conocimiento de la maleza solamente se puede obtener - mediante un programa de investigación adecuado, el cual implica tres aspectos generales; el conocimiento del problema, la - estimación de los daños que ocasiona y la determinación de los métodos de control más eficientes, económicos y seguros para - el agricultor. (1, 2)

LITERATURA REVISADA

Generalidades Sobre las Malezas

Definición.

A través del tiempo se dieron muchas definiciones de la palabra maleza. Las más difundidas son las siguientes:

1. Planta que crece en los cultivos sin haberla sembrado.
2. Planta que perjudica a los cultivos.
3. Planta que crece sin haberla sembrado, se propaga naturalmente y ocasiona un daño.
4. Planta que crece donde no es deseada.
5. Planta que produce más daños que beneficios.
6. Planta que llega a ser perjudicial e indeseable en de terminado lugar y en cierto tiempo. (18)

Características que Permiten a Ciertas Especies Convertirse en Malezas.

1. Producción de numerosas semillas. La mayor parte de las malas hierbas producen varios millares de semillas, además un elevado tanto por ciento de estas semillas pueden ser viables.
2. Adaptaciones que facilitan una eficaz dispersión de las semillas. Las semillas de muchas especies están dotadas de estructuras especiales que permiten su dis

persión por el viento, por el agua o por los animales.

3. Período de reposo de las semillas. Las semillas de algunas malas hierbas no germinan inmediatamente después de haber madurado, aunque se coloquen en condiciones favorables; por tanto, ciertas semillas pueden no germinar durante varios años después de haberse producido. El alargamiento del período de germinación de las semillas de una especie asegura la continuidad de la misma, pero en cambio, las que germinan en estaciones desfavorables pierden, por completo la capacidad de reproducirse.
4. Longevidad de las semillas enterradas. Las semillas que no sufren un período de reposo pueden conservar su viabilidad durante varios años si se entierran en el suelo. Las semillas enterradas de la mostaza silvestre sobreviven 30 años por lo menos. (22)
5. Capacidad de soportar condiciones adversas. Muchas malas hierbas sobreviven y se reproducen en condiciones de clima y suelo que son demasiado rigurosas para las plantas cultivadas.
6. Adaptaciones que defienden a las plantas contra animales que pastan. Algunas malas hierbas tienen un olor o sabor desagradable, otras están provistas de pinchos o espinas.

7. Capacidad de propagarse vegetativamente. Muchas malas hierbas se propagan a partir de pequeños fragmentos de raíces o tallos con la misma facilidad que lo hacen a partir de sus semillas.

Competencia Maleza - Cultivo.

La capacidad de cada especie de mala hierba para la competencia depende de sus hábitos de desarrollo, de la facilidad con que germinan sus semillas, de la velocidad de crecimiento de sus plántulas y de la extensión y naturaleza del sistema radicular y de los órganos aéreos. (22)

Intensidad de la Competencia.

El número de malas hierbas que salen en un campo cultivado es mucho mayor de lo que se piensa; los datos experimentales señalan cifras de las que se deduce que si no se ejerciera algún tipo de control, cada planta de maíz debería competir con más de 100 malezas.

Epoca Crítica de la Competencia.

La época crítica para la competencia es durante las cinco semanas siguientes a la siembra. El control de la maleza es preciso durante este período y puede afirmarse que si el cultivo está enyerbado durante su primer mes las pérdidas en el rendimiento serán muy serias, aunque luego se mantenga limpio.

Principios Generales Sobre la Competencia.

- a) La competencia es más crítica durante las primeras - cinco o seis semanas.
- b) La competencia es más intensa entre especies afines. Las especies afines tienen las mismas exigencias de clima y nutrientes y extienden sus hojas y raíces en los mismos estratos.
- c) El primer ocupante tiende a excluir a las otras especies. Esto sucede porque cuando empiezan a salir las otras especies el primer ocupante está más desarrollado y tiene mayor poder de competitividad.
- d) Las especies recién inmigradas son potencialmente muy peligrosas. Todos los seres vivos tienen sus enemigos, pero es obvio que cuando una especie empieza a invadir una región la encuentra libre de sus enemigos específicos. El control natural es muy eficiente en la limitación de las especies y cuando falta, la población aumenta de modo explosivo.
- c) En igualdad de circunstancias las especies más peligrosas son las que producen mayor número de semillas y las que tienen reproducción vegetativa.
- f) En general las malezas son dominadas por la vegetación perenne nativa. Las especies perennes nativas son las mejor adaptadas al medio en tanto que las inmigrantes siempre mostrarán alguna desadaptación, lo

que las hace ser dominadas. (24)

Daños que Ocasionan las Malezas.

Competencia por Luz.- A menudo las malezas tienen tasas de crecimiento superiores a las plantas cultivadas de manera que en pocos días éstas son cubiertas y al quedar privadas de la luz pueden morir.

Es fácil comprender que las malas hierbas, especialmente las que poseen hojas anchas y gruesas pueden restringir, por la sombra que proyectan, la actividad fotosintética de las plantas. (22)

Competencia por Agua.- Aunque el poder competitivo de las plantas cultivadas es variable se ha visto que, en general, los cereales han sido seleccionados entre otros factores por su economía del agua; en cambio la maleza está adaptada a usar el agua ligeramente y florear con rapidez de modo que arrebatan el agua a los cereales sobre todo cuando estos se han seleccionado para zonas áridas como semixerofitas. (24)

En las tierras de riego, la competencia por las sustancias nutritivas puede ser mayor que la competencia por el agua, pero aún en tal caso es importante esta segunda competencia.

Competencia por Nutrientes.- Los elementos que son alimento

para los cultivos lo son también para las malezas y a menudo éstas son más hábiles para absorberlos y acumularlos. Experimentalmente se ha demostrado que si se fertiliza un cultivo - enyerbado las plantas cultivadas empiezan a responder al fertilizante hasta que las malezas han llenado sus exigencias.

(22)

Otros.- La presencia de malas hierbas y de sus semillas en los productos agrícolas obliga al empleo de más mano de obra y de mayor número de aperos. Las malas hierbas aumentan notablemente los gastos de preparación de los productos agrícolas para el consumo.

En las zonas de riego se emplea mucha mano de obra y mucho dinero para tener limpios de malas hierbas los canales, a fin de mantener en ellos el gasto de agua que deben conducir.

(24)

Las semillas en germinación y los restos de ciertas plantas (raíces o partes aéreas enterradas), pueden ejercer un antagonismo respecto a otras especies (plantas cultivadas o malas hierbas). Este fenómeno de antagonismo tiene su explicación en el hecho de que ciertos vegetales contienen en sus tejidos sustancias fitotóxicas que liberan, por descomposición en el suelo o en su superficie, o las segregan a través de sus raicillas, produciendo una mayor o menor molestia a las plantas situadas en sus inmediaciones. (11, 22)

Contribuyen al empobrecimiento y pérdida de productividad de los suelos, al quitarles fertilidad y humedad.

Reducen la eficiencia en el uso de la tierra, ya que impiden la realización de determinados cultivos.

Encarecen la recolección ya que con frecuencia las cosechadoras trabajan con dificultad y rinde menor por la abundancia de malezas.

Muchas especies son tóxicas y pueden llegar a provocar intoxicaciones y muerte del ganado: otras transmiten un sabor desagradable a la carne, o a la leche de los animales que las ingieren.

En ciertos casos son huéspedes de parásitos o enfermedades, que luego atacan a las plantas cultivadas.

Las espinas de algunas leñosas invasoras, causan heridas a los animales y al personal encargado de su cuidado. (15,16)

Métodos de control

Prevención.

Comprende el conjunto de medidas destinadas a evitar que determinada maleza se introduzca y establezca en un lugar en que no existe, es decir donde no se observa infestación de dicha especie.

Los programas de prevención de malezas, si se planean adecuadamente, se pueden desarrollar en extensiones de cual-

quier tamaño; las principales medidas a tomar en cuenta son las siguientes:

- 1) Emplear semilla pura. La de inferior calidad lleva mezclada muchas semillas de malezas, que durante la siembra se incorporan al terreno y aparecen posteriormente en el cultivo.
- 2) Abonar con estiércol completamente fermentado. Muchas semillas no pierden su poder germinativo al pasar por el intestino de los animales; algunas incluso lo aumentan, por lo que el estiércol fresco es una fuente de semillas de malezas. Pero la alta temperatura que alcanza el estiércol al fermentarse mata -- los embriones.
- 3) Impedir el paso de animales de zonas infestadas a zonas limpias. Esta medida es muy importante cuando se trata de plantas tóxicas cuyas semillas pueden transportarse en las pezuñas o en el pelo.
- 4) Limpiar bien la maquinaria usada en desyerbar antes -- de emplearla en otras labores.
- 5) Evitar el uso de tierra proveniente de áreas infestadas. Esto es importante en la construcción de parques y jardines.
- 6) Mantener limpios los canales y caminos. El agua es -- un agente de dispersión de polen y de semillas de ma-

lezas.

- 7) Mantener una contínua vigilancia para detectar la presencia o aparición de nuevas especies perjudiciales y eliminarlas tan pronto como se descubran, antes de -- que se difundan y hagan que la lucha resulte más costosa. (15, 18, 24)

Erradicación.

Comprende las medidas y procedimientos tendientes a la eliminación de una maleza tanto de las plantas existentes como de sus formas de multiplicación y difusión de semillas y órganos vegetativos que se encuentran en el suelo y que pueden -- originar nuevas plantas hasta lograr la completa desaparición de esa especie en un lugar o zona determinada, es decir que la erradicación asegura que la especie de referencia no reaparecerá, a menos que nuevamente se le introduzca en el lu-- gar.

Control.

Comprende las medidas y procedimientos que tienden a evitar o reducir la competencia y otro efecto perjudicial de las malezas respecto de los cultivos y de las pasturas naturales o en cualquier otra situación. (15,18)

Control Legal.- El control legal es un control preventivo a -- nivel regional o nacional, apoyado en leyes adecuadas. Medi-

das de este tipo son las leyes sobre cuarentenas y las que norman la certificación de semillas. Para que éstas leyes -- sean operantes se debe reconocer la peligrosidad de las diversas especies en cada región para poder dar normas de tolerancia.

Control Manual.- El control manual se efectúa generalmente con azadón y a veces con machete, sobre todo en el trópico. En ambos casos es poco eficiente pues o bien se avanza con -- tal lentitud que las malezas ahogan al cultivo o bien es preciso emplear tanta gente que es poco económico. Pero el mayor defecto del control manual, singularmente con machete, es que para ser efectivo debe operar sobre maleza de varios centímetros de altura, lo que significa que ya ha estado compitiendo por varios días con el cultivo durante la época crítica, bajando el rendimiento. (24)

Control Mecánico.- El control mecánico se lleva a cabo por medio del azadón mecánico rotatorio o de una cultivadora de rejillas múltiple tirada por un tractor. Este tipo de control simultáneamente arranca la hierba y remueve la tierra -- siendo en extremo difícil evaluar separadamente los efectos -- como método de desyerbe y como labor de escarda que cambia las características del terreno. (16, 19)

Control por Medio de Calor.- El calor mata las células por -- que determina la coagulación del protoplasma. El punto letal

térmico, para la mayor parte de las células vegetales, se encuentra entre los 45 y los 55°C, si éstas temperaturas actúan por largo tiempo. Con temperaturas más altas, la muerte se produce en menor tiempo.

El calor en forma de llama o vapor de agua se emplea con tres finalidades:

- 1) Por medio del fuego se destruyen las partes aéreas secas de las malas hierbas.
- 2) Con lanzallamas o chorros de vapor se destruye la parte aérea verde de las hierbas cuando no se puede recurrir a las labores o a otros métodos normales.
- 3) A veces se emplea el calor para destruir las semillas enterradas de las malas hierbas o los órganos subterráneos de las plantas perennes. (18, 22)

Control por Inundación.- Tiene particular aplicación para algunos cultivos anegados, como el arroz; un adecuado manejo del agua puede facilitar el control de malezas que mueren por asfixia al no poder utilizar los elementos del aire necesarios para la fotosíntesis. (22, 24)

Control Mediante Asfixia con Materiales Inertes.- El empleo de materiales inertes para cubrir las malezas permite contro-

larlas debido a que no les llega la luz y se impide de este modo la fotosíntesis. Se recomienda cubrir con paja, serrín, viruta, papel alcatranado, en general con estas cubiertas se controla bien a las malezas anuales, pero muchas perennes -- suelen atravesarlas. (18)

Control Biológico.- Comprende la utilización de enemigos naturales de las malezas, de origen biológico. La finalidad no es la erradicación de las especies perjudiciales, sino la reducción y regulación de su población a niveles inferiores al valor límite económico de daño. (10, 18)

Control Integrado.- Dentro del concepto de control integrado de plagas, el control de malezas debe considerarse bajo dos aspectos distintos.

- a) Desde el punto de vista de la integración de diferentes métodos de lucha contra las malezas, incluyendo tanto los procedimientos y medidas preventivas como las de destrucción.
- b) Atendiendo la posible interacción de las malezas y de las prácticas de control con otras plagas y con el manejo de plagas, es decir que este concepto incluye -- todas las prácticas de protección de los cultivos.(18)

Control Químico.- Los herbicidas son agentes químicos que ma

tan plantas o inhiben su crecimiento normal. Los modos de -- actuar son distintos, desconocidos en muchos casos, y en teoría tan numerosos como los procesos vitales esenciales.

Historia.- El interés por el control químico de las plantas nocivas fué estimulado por primera vez en 1896, debido al descubrimiento de que un rociado de caldo bordelés, aplicado a las viñas, como protección contra el mildiú vellosa de la vid, proporcionaba también la contención de determinadas plantas nocivas. Muy poco después, varios investigadores independientes, que estudiaron métodos para combatir enfermedades causadas por hongos, descubrieron por accidente que mediante sales de cobre aplicadas a plantas nocivas de hoja ancha presentes en campos de cereales se lograba el control selectivo. Al comenzar el siglo, se había añadido a la lista de los herbicidas selectivos: soluciones de ácido sulfúrico, sulfato de hierro, nitrato de cobre y sales de amonio, así como de potasio.

El primer uso de productos químicos orgánicos tuvo lugar en 1935, cuando Truffaut y Pastac solicitaron la patente de un invento, que ampara el uso de nitrofenoles como herbicidas selectivos. Después en 1941, Pokorny dio a conocer técnicas para la síntesis química del 2,4-D que se puso por primera vez a prueba y se encontró que era ineficaz como fungicida e insecticida. La demostración de las propiedades herbicidas del 2,4-D para el control de plantas nocivas del campo representó un avance tecnológico que anunciaba la era moderna -

de control de plantas nocivas. (19)

La investigación del 2,4-D determinó que los herbicidas podían ser eficaces en cantidades muy pequeñas, y su acción era muy selectiva y sistemática. La selectividad significaba que se podría eliminar plantas nocivas en presencia de -- cultivos. El potencial de estos herbicidas quedó comprobado y comenzó la búsqueda de otros herbicidas útiles entre millares de compuestos orgánicos.

En el transcurso de la quinta década de este siglo se -- perfeccionaron compuestos de boro, tiocianatos, sulfamato, -- amoniaco, dinitrofenoles, aceites selectivos y no selectivos derivados del petróleo y toda una legión de otros herbicidas para utilizarlos comercialmente.

Ventajas del Control Químico.

1. Los herbicidas se pueden aplicar a las plantas noci--vas presentes en cultivos en hilera en los que sería imposible la labor de escarda.
2. Los tratamientos con herbicidas, antes del brote, proporcionan una forma de contención de las plantas nocivas durante las primeras fases de crecimiento del cultivo produce las mayores pérdidas de rendimiento. (19)
3. A menudo, las labores de escarda lesionan al sistema radical de las plantas cultivadas, y también su follares

- je. Los herbicidas selectivos disminuyen la necesidad de esas labores.
4. Los herbicidas disminuyen los efectos destructores de la labranza en la estructura del suelo, pues disminuyen la necesidad de labores.
 5. A menudo, la erosión en huertos de frutales y otros cultivos perennes, se puede impedir utilizando una cubierta de césped, que, con la aplicación de herbicidas, reduce la competencia de las plantas nocivas.
 6. Muchas especies perennes de plantas nocivas herbáceas y arbustivas no se pueden combatir con eficacia mediante labores manuales, a pesar de que son susceptibles al control mediante herbicidas. (19)

Peligros del Uso de Herbicidas.

1. Acarreo por viento. La solución herbicida sale de la boquilla dividida en gotitas muy finas que son llevadas con facilidad por el viento a cultivos susceptibles. Hay productos muy volátiles y otros poco volátiles, pero en todo existe el acarreo sobre todo en aplicaciones aéreas.
2. Residualidad en el suelo. Algunos herbicidas se aplican al suelo antes o después de que hayan salido las malezas. En este caso el producto puede sufrir diver

Los destinos, una parte será absorbida por las plantas pudiendo volver al suelo al morir o bien ser meta
bolizado a forma inerte. Los herbicidas con alto po
der residual protegen al cultivo desde la siembra has
ta la cosecha, pero por otro lado, pueden seguir acti
vos hasta al siguiente cultivo llegando a matarlo.(24)

3. Cambios en las especies o biotipos de las malezas. - Los herbicidas selectivos matan a las malezas más importantes sin dañar al cultivo, pero es evidente que habrá otras especies que también mostrará resistencia. La aplicación constante de un mismo producto puede -- llegar a erradicar las especies susceptibles, pero, -- correlativamente, se irán incrementando especies re-- sistentes, antes poco importantes, por la falta de la competencia que antes encontraban con las especies co
munes.
4. Toxicidad al hombre y animales. En principio este es un serio problema pero, en realidad, los herbicidas - son muy poco tóxicos, excepto los derivados del dinitrofenol que son muy peligrosos. En el caso de todos los demás sería preciso ingerir varios gramos, para - poner en peligro la salud.
5. Mal sabor a productos agropecuarios. Es un problema potencial, pero se han hecho pruebas y ninguno de -- los productos actuales modifica el sabor del producto

agrícola. (24)**Clasificación de los Herbicidas.**

Estructura Química.- Todavía se usan algunos productos inorgánicos como cloratos y boratos que matan a toda la vegetación y a menudo son muy peligrosos para la salud como los arsenicales. Los herbicidas orgánicos tienen en general estructuras y nombres químicos muy complicados por lo que se han acuñado nombres triviales o comunes, usados internacionalmente.

Acción Herbicida.- Algunos productos matan los tejidos de la planta donde caen llamándose de contacto. Otros son absorbidos por las hojas o la raíz y dispersados por todo el cuerpo alcanzando tejidos internos y partes no asperjadas matando el cuerpo de la planta; estos productos se llaman sistémicos.

Espectro de Acción.- Los herbicidas generales matan a toda clase de plantas por lo que se usan en canales, caminos, áreas industriales, etc; por supuesto, siempre hay especies más o menos resistentes. Los herbicidas selectivos matan a unas especies y a otras no, cuando están bien seleccionados para la combinación maleza-cultivo se emplean para desyerbar los campos.

Tipo de Aplicación.- Algunas veces el tipo de combinación --

maleza-cultivo no permite el uso de herbicidas selectivos; en tal caso se escoge un producto que sea un poco tolerante al cultivo y se aplica varios días antes de la siembra promoviendo la germinación de las malezas con un riego, si no llueve, y sembrando luego en suelo limpio; esta aplicación se llama de presiembra o preplantación. Muchos herbicidas se aplican al sembrar o al menos antes que salga la maleza llamándose -- aplicación de preemergencia. La aplicación a malezas recién emergidas o de hasta 5m. se denomina a la emergencia. Cuando se aplica a malezas de 10 cm. o más se denomina de postemer--gencia.

Lugar de Aplicación.— Algunos productos son absorbidos solamente por la hoja o transportados solamente por el tejido que lleva los alimentos fabricados (floema) debiendo aplicarse al follaje. Otros, solamente se abosrben por la raíz o bien se transportan solamente por el tejido que lleva el agua y las sales (xilema) debiendo aplicarse al suelo. En los árboles y arbustos la aplicación al suelo en derredor del tronco se llama basal. (11, 19, 24)

Modo de aplicación.— La aplicación más común es por medio de una bomba de mochila montada en un tractor, denominándose terrestre. Puede ser general cuando cubre todo el terreno o -- ser tópica o dirigida cuando las malezas están muy esparcidas como arbustos en un pastizal donde es preferible asperjar cada arbusto en particular. En los cultivos es a veces ventajo

so aplicar solamente sobre la hilera de plantas cultivadas -- limpiando en forma mecánica entre los surcos para ahorrar herbicida; esta aplicación se llama en banda. Cuando el área es muy extensa, como en algunos ranchos ganaderos o zonas destinadas en su totalidad a la siembra de trigo, arroz, etc; puede hacerse aplicación aérea. (28)

Aspectos Fisiológicos de la Acción Herbicida

Introducción.

Para entender el comportamiento del herbicida en la planta es necesario considerar la anatomía y la fisiología de las plantas tratadas, ya que la aplicación del producto químico se -- realiza en la superficie exterior y los efectos finales llegan a manifestarse hasta el protoplasma celular.

Los expertos en fisiología vegetal tienen definidos dos términos, los cuales son muy usados en consideraciones de -- aplicación, manejo y distribución de agroquímicos:

- a) El sistema simplástido. Esta constituido por el protoplasma total interconectado a todas las células de la planta funcionando como unidad. Así mismo incluye el mecanismo de transporte del floema.
- b) El sistema apoplástido. El sistema apoplástido lo -- constituyen todas las materias estructurales no vivas y el agua que rodea y baña al sistema simplástido. -

El sistema apoplástido incluye el mecanismo de transporte del xilema.

Teniendo bien definidos estos conceptos ahora es posible considerar la absorción, distribución y acción tóxica de los herbicidas. (6,19)

Penetración y Avance de los Herbicidas Dentro las Plantas.

Entre la aplicación de un herbicida y su efecto final en la planta se interponen una serie de barreras, cualquiera de las cuales puede limitar la acción herbicida. Al combatir plantas nocivas se requiere que esas barreras no existan o que no funcionen. La mayoría de los herbicidas entran en las plantas por el follaje o las raíces. Algunas veces se pueden aplicar tratamientos herbicidas al tallo de la planta sobre todo cuando ésta es leñosa.

Penetración en los Brotes.

La entrada del herbicida en el follaje se puede clasificar en estomática o cuticular. Los dos tipos de entrada no se excluyen una a otro y se sabe que, en circunstancias adecuadas los dos se producen.

Al menos al principio, la entrada en la cutícula es por difusión. Entre las especies vegetales hay amplias variaciones de composición química, estructura, función y apariencia física de la capa epidérmica. Las variaciones naturales de

las características epidérmicas son la explicación de algunos casos de una resistencia poco común a los tratamientos foliares con herbicidas. (19)

A los rociados foliares se les añade diversos agentes -- activos de superficie, para que mejoren su capacidad humedecedora y la permeabilidad cuticulares.

Se sabe que las influencias del medio ambiente afectan -- la absorción foliar. Temperaturas altas y humedad baja son -- perjudiciales para la absorción del herbicida, las temperaturas altas, que no llegan a ser excesivas, pueden favorecer la entrada y translocación, la respiración, la corriente proto-- plásmica y el crecimiento de la planta. La luz ayuda a la penetración del herbicida, estimulando la apertura de los estomas.

Penetración en la Raíz.

La absorción de herbicidas por las raíces de las plantas, tomándolas de aplicaciones en el suelo, presenta un conjunto de factores que son por completo distintos a los referentes a -- aplicaciones foliares. Las pruebas actuales sugieren que los herbicidas entran en las raíces por las mismas vías y debido a mecanismos similares a los de los iones inorgánicos.(19,27)

Avance del Lugar de Absorción al Lugar de Acción.

Los herbicidas aplicados al follaje se pueden dividir - en los que afectan principalmente a las hojas rociadas y los que se translocan también a otras partes de la planta. El -- concepto más útil de translocación del herbicida establece -- una diferencia entre avance por el sistema simplástido o por el apoplástido. El sistema simplástido lo constituye el protoplasma total interconectado de todas las células de la planta funcionando como una unidad. El sistema apoplástido lo -- constituyen todas las materias estructurales no vivas y el -- agua que rodea y baña al sistema simplástido. El sistema simplástido incluye el mecanismo de transporte del floema; el -- sistema apoplástido incluye la corriente del xilema.

Al parecer, los herbicidas se reparten entre el sistema simplástido y el apoplástido en grado variable y, en algunos casos, el avance puede ser tanto simplástido como apoplástido. Los herbicidas translocados tienen que avanzar ya sea al interior del xilema o del floema. Los compuestos translocados -- simplástidamente tienden a avanzar por el floema hasta las raíces, las yemas. Los herbicidas que se translocan por el xilema avanzan principalmente, con la corriente de transpira- -ción de la planta. La aplicación foliar de compuestos de avance apoplástido, tienden a causar lesiones localizadas de las hojas, pero de poco daño sistemático. (19)

Acción Herbicida Dentro de las Plantas.

Las respuestas visibles de las plantas abarcan toda una varie

dad que va desde el enanismo o cese de crecimiento, pasando por drásticas aberraciones morfológicas y una rápida desecación, hasta llegar a la muerte.

Efectos Morfológicos y Anatómicos.

Las anomalías morfológicas observadas en las plantas son resultado de los efectos de las sustancias herbicidas sobre las distintas células. La naturaleza exacta de estos efectos tiene relación con el agente químico, su concentración, la especie de la planta, el tejido vegetal y la fase de desarrollo.

Efectos en la Absorción de Agua y Elementos Nutritivos.

Determinados herbicidas, que inhiben la fotosíntesis, pueden fomentar la acumulación de agua en las plantas. La inhibición de la fotosíntesis lleva a la oclusión de los estomas. Después de la oclusión de los estomas se produce la inhibición de la transpiración, la que ocasiona la acumulación de agua.

Se ha demostrado que el contenido mineral de las plantas tratadas con herbicidas varía ya sea aumentando o disminuyendo, o bien no se altera. (4, 19)

Efectos en la Fotosíntesis.

La inhibición de la fotosíntesis se puede considerar un mecanismo fundamental de la acción de las triazinas, las ureas --

sustituídas y los herbicidas de uracilo sustituido.

Al parecer, la muerte de la planta no se debe sólo a la inanición, las pruebas sugieren que el bloque de la secuencia de la reacción de la fotosíntesis lleva a una acumulación de productos y subproductos tóxicos intermedios, y que éstos causan toxicidad celular generalizada.

Efectos en la Respiración.

La respiración o consumo de oxígeno con la liberación concomitante de bióxido de carbono es un fenómeno bioquímico fundamental de casi todos los organismos superiores.

Los herbicidas tipo nitrofenol, inhiben en grado moderado la respiración de la planta. Al parecer esta inhibición es similar a la que produce el 2,4 dinitrofenol que, a bajas concentraciones, produce una inhibición de la fosforilación oxidante y en concentraciones más altas, también produce una inhibición parcial de la absorción de oxígeno, (19)

Selectividad de los Herbicidas.

La expresión "selectividad de los herbicidas" se refiere al uso de un agente químico para que destruya una especie vegetal determinada de una población vegetal mixta, sin que dañe o no afecte más que en forma ligera a otras plantas.

La selectividad de todos los herbicidas es relativa y --

depende de variables presentes en una complicada cadena de -- acontecimientos que comienzan con la aplicación y termina con la disrupción de una función vital en algún punto bioquímico o biofísico. Las barreras que impiden que un herbicida produzca efectos letales difieren de una a otra planta de un mismo habitat, y se pueden encontrar en cada uno de los cuatro -- pasos de la vía crítica que el herbicida recorre después que ha salido del envase.

Los pasos de la vía crítica son: 1) Lograr contacto superficial con la planta o partes de la planta; 2) Penetración o entrada en la planta; 3) Translocación hasta un punto de acción tóxica; 4) Disrupción de una función vital.

La selectividad se puede lograr de diversas maneras en -- cada uno de los cuatro pasos de la vía crítica. (19)

Características de los Herbicidas

Herbicidas Fenólicos.

2,4-D

2,4-DB

2,4,5-T

M C P A

Silvex

Los herbicidas fenólicos llevan típicamente un anillo --

(benceno, naftaleno, etc.), un grupo ácido (COOH) o fácilmente convertible a el y al menos un carbono entre ambos grupos. (24)

Todos son herbicidas selectivos. Estos herbicidas pueden ser efectivos en pequeñas dosis, en muchas plantas de hoja -- ancha. (7) Se aplican a dosificaciones de 0.5-1.5 Kg/Ha de - equivalente del ácido original. (25)

Estos herbicidas se absorben por la raíz y hoja transportándose por el xilema o floema respectivamente. Se acumulan en las regiones de crecimiento induciendo malformaciones típicas como alargamiento y retorcimiento de tallos y peciólos, - malformaciones en hojas, etc.

La acción auxínica fundamental se ha discutido, pero se acepta ahora que es sobre el DNA y de modo indirecto sobre la síntesis de enzimas.

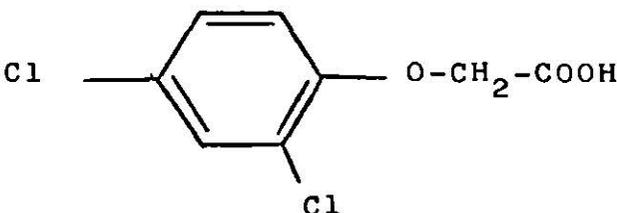
Los compuestos fenólicos son usados comercialmente como sales y ésteres la diferencia está sujeta a su habilidad para matar plantas (48) ya que las formas éster son más tóxicas y volátiles que las formas amina. (28)

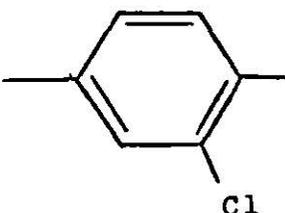
Las formulaciones en forma de sal o éster son usualmente preparadas como concentraciones líquidas, y son diluídas antes de usarse.

Las concentraciones en forma de sal soluciones en forma líquida mezcladas con agua. (7)

2,4-D

1. Nombre común: 2,4-D ISO (Internacional Organization -- for Standardization) BSI (British Standars Institution) WSSA (Weed Science Society of America).
2. Nombres comerciales: Aerovencedor, agar Cross, 2,4-D 40, Archicida, 2,4-D, Atanor No. 4, 2,4-D Huella, 2,4-D -- Resguardo, Hierbamina 4D, etc.
3. Nomenclatura química: ácido 2,4-diclorofenoxiacético.
4. Fórmula molecular: C₈ H₆ Cl₂ O₃.
5. Fórmula estructural:



Cl —  — O-CH₂-COOH

Cl
6. Origen Amchem Products Inc., 1942.
7. Propiedades físicas: Sólido, en forma de polvo blanco, cristalino, con ligero olor fenólico. Punto de fusión: 138-140°C. Solubilidad en agua a 20°C: 620 ppm; soluble en acetona y alcohol etílico.
8. Datos toxicológicos: DL50 oral aguda ratas: 375 mg/kg; la toxicidad de los formulados es menor, oscilando su

DL50 oral aguda ratas entre 700 y 1,000 mg/kg. Los estudios de toxicidad crónica señalan que ratas alimentadas durante dos años con 1,250 ppm en la dieta, no evidenciaron efectos tóxicos. Tiene baja toxicidad dermal y por inhalación; algunas formulaciones pueden provocar irritación en la piel. Es poco tóxico para las abejas y animales silvestres, no ofreciendo riesgos en las condiciones normales de empleo.

9. Formulaciones: puede formularse como ésteres, aminas y sales sódicas. Los ésteres derivan de la unión del ácido 2,4-D con un alcohol y toman el nombre del alcohol que interviene en su formación. A medida que aumenta el número de átomos de carbono del alcohol, menor es la volatilidad del éster; por ello los ésteres etílico, propílico, butílico y amílico son volátiles; en cambio desde el éster butoxietílico en adelante se consideran de baja volatilidad. Los ésteres son insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos, por lo cual se formulan como líquidos emulsionables, o bien como soluciones para aplicar usando gasóleo como vehículo y en aplicaciones aéreas.

Las aminas se presentan como líquidos solubles en agua y en forma de dimetilamina, trimetilamina, dietanolamina y trietanolamina. La sal sódica es un polvo soluble en agua, pero la disolución es lenta y traba-

josa, por lo cual se abandonó su empleo. (18, 22)

10. Acción en las Plantas: los síntomas de este herbicida principian con un ligero amarillamiento, deformación y enrollamiento de las hojas y tejidos jóvenes, inducidos por la proliferación y elongamiento de las células de los tejidos meristemáticos, actúa rompiendo el equilibrio entre la síntesis y el uso de los hidratos de carbono. La forma de actuar es de la siguiente manera: la fotosíntesis se reduce, principiando la planta a gastar las reservas con mayor rapidez, disminuyendo la respiración y haciéndose más lenta la fotosíntesis hasta que la planta muere por inanición. (21)

11. Comportamiento en el suelo: Un importante factor de degradación es la acción microbiana, cuya intensidad depende de la temperatura, humedad y contenido de materia orgánica. Las pérdidas por fotodescomposición y volatilización no son significativas, aunque esta última puede darse en los ésteres. Las sales se movilizan más fácilmente por lixiviación. En las condiciones normales de empleo la persistencia oscila de 10 días hasta 1 o 2 meses dependiendo de la dosis aplicada, tipo de formulación, características del suelo, humedad y temperatura; en zonas áridas la persistencia puede ser mucho mayor pero normalmente no se lo utiliza en dichas regiones.

12. Usos: Control selectivo de malezas latifoliadas en los cultivos de cereales y otras gramíneas, pasturas naturales o artificiales de gramíneas forrajeras, caña de azúcar, aplicado en posemergencia del cultivo y de las malezas; también, aunque no es común, se recomienda usarlo en preemergencia de algunos cultivos.

Dosis de empleo: 80 a 1,600 g. de ma/ha; la dosis más baja se usa para controlar malezas muy sencibles y la más alta en tratamientos de preemergencia. Puede aplicarse con equipos pulverizadores terrestres con un volumen de 60-80 litros de agua por hectárea o mediante aviones con volúmenes de 10-15 litros de agua por hectárea, aunque en los últimos años se difundieron aplicaciones con volúmenes mucho más bajos. (18)

Grupo de las Triazinas.

Las Triazinas constituyen otro gran grupo de herbicidas. Diversas sustituciones en el núcleo de la triazina dan compuestos con propiedades químicas y biológicas muy diferentes.

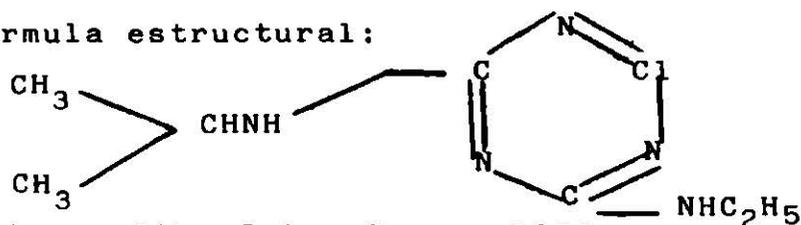
Las Triazinas son absorbidas por la raíz y hoja pero las clorotriazinas se transportan solamente por el xilema por lo que deben aplicarse al suelo. Interfieren con la fotosíntesis pero también tienen otro efecto al parecer relacionado con la reducción de los nitratos impidiéndose la síntesis de aminoácidos. (15, 24)

Atrazina.

1. Nombre común: atrazina, atrazine, BSI (British Standards Institution) WSSA (Weed Science Society of America).
2. Nombres comerciales: Gesaprim 80, Gesaprim 500 FW, -- Atranex, Quimotrine, Tazalon 80.
3. Nomenclatura química: 2-cloro-4-(etilamino)-6(isipropilamino)-5-Triazina.

4. Fórmula molecular: C₈ H₁₄ ClN₅.

5. Fórmula estructural:



6. Origen: Ciba-Geigy Corp., 1959.

7. Propiedades físicas: polvo, en forma de cristales blancos. Punto de fusión: 173-175°C. Solubilidad en -- agua a 22°C: 70 ppm; es soluble en cloroformo, metanol y otros solventes orgánicos.
8. Datos toxicológicos: DL50 oral aguda ratas: 3.080 -- mg/kg. DL50 dermal aguda conejos: 7.500 mg/kg. En -- las condiciones normales de uso no existen riesgos de toxicidad por inhalación.
9. Formulaciones: polvo mojable 80%, en otros países: grá

nulos a 4% y 20%. También se formula una mezcla de atrazina 36% y ametrina 36%, como polvo mojable. (18)

10. Acción fisiológica: actúa tanto a través de las hojas como de las raíces. El primer síntoma es un amarillamiento progresivo de las hojas, seguido finalmente -- por la muerte de la maleza. Se obtienen mejores resultados aplicados en preemergencia. La lluvia o los riegos son indispensables para que el producto pueda actuar. (4)

La Atrazina es 18-38 veces más efectiva como inhibidor de la reacción de Hill que la Simazina. (12)

11. Comportamiento en el suelo: los suelos arcillosos o ricos en materia orgánica absorben la atrazina; la absorción no es irreversible ya que en determinadas condiciones de humedad, temperatura y pH puede producirse la desorción. Diversos microorganismos utilizan la atrazina como fuente de energía y de nitrógeno, -- contribuyendo a su descomposición en el suelo.

En las condiciones normales de campo las pérdidas por volatilidad o fotodescomposición no son significativas. La permanencia de residuos en el suelo; a las dosis normales de aplicación de este herbicida, se -- extiende hasta un año, lapso después del cual sólo es aconsejable sembrar cultivos sensibles a la atrazina. En condiciones de bajas temperaturas y zonas secas, -

la "residualidad" puede extenderse por más tiempo. - Entre los cultivos sensibles a la atrazina se encuentran soja, tabaco, alfalfa, cereales de invierno, papa y otras hortalizas. (9, 18)

12. Usos: Control selectivo de malezas latifoliadas y gramineas anuales, en preemergencia o posemergencia precoz de las mismas y en diversos cultivos. También a dosificaciones más altas, para control general de malezas en áreas sin cultivo.

Los tratamientos de preemergencia son los preferidos. Debido a su mayor solubilidad con respecto a la simazina, resulta efectivo con lluvias moderadas o con un mediano contenido de humedad en el suelo; en condiciones de suelos secos puede mojarse la efectividad mediante su incorporación superficial. Cuando se usa en posemergencia, las malezas deben tratarse en estado de plántula y hasta no más de 4 a 5 cms. de altura.

Cultivos tolerantes: maíz, sorgos, caña de azúcar, lino, té, ananás, forestales. El maíz tiene una resistencia específica muy alta a este herbicida.

Dosis de empleo: 800 a 4,800 g. de m.a./ha, dependiendo del tipo de suelo y cultivo.

Se debe aplicar con pulverizadores terrestres previstas de agitador, con un volumen no inferior a 200 l. -

de agua por hectárea. La formulación floable puede - aplicarse también con equipos aéreos con un volumen - no inferior a 25 l. por hectárea. (11, 18, 22)

Descripción de las Principales Malezas
Encontradas en el Experimento.

Nombre común: Zacate Johnson.

Nombre técnico: Sorghum halepense L. Pers.

Familia: Gramineae.

Otros Nombres Comunes: Zacate de Santa María, Caña de - la Virgen, Mijo Egipcio, Zacate Cubano, Zacate de Siria, Mijo siempre verde, Mijo Perenne, Zacate Mezquino, Falso Zacate de Guinea. (20)

Origen: Esta planta es originaria del sur de Europa y - Asia, fué traída de Turquía como planta forrajera por el go-- bernador Means, de Carolina del Sur, en 1830. Unos diez años después, fueron sembradas semillas de esta planta por el Coro nel William Johnson en sus plantaciones de las tierras férti- les del río Alabama. Después de cultivarse extensamente para forraje en todo el sur de los Estados Unidos, la planta se ha naturalizado por completo. (22)

Distribución: Es considerada como la planta más nociva - de todas las malezas en la región Noroeste de México; resiste a la sequía debido a su particular sistema radicular y es ca-

si imposible erradicarla de una superficie infestada.

Descripción: Es una planta perenne; ordinaria, de 90 a 210 cms de altura y con muchas hojas; se reproduce por semilla y por un amplio sistema rizomas. Los limbos de sus hojas son de color verde brillante, son hasta de 60 cm. de largo y de 8 a 20 mms. de ancho. Las inflorescencias son muy ramificadas y abiertas, sueltas, de 20 a 60 cms. de largo. Las ramificaciones brotan de 2 o 3 en un nudo y son desnudas en su parte inferior. (20, 25)

Las espiguillas se presentan en pares, pero en la parte superior de las ramificaciones en número de 3, y lleva estambres solamente, mientras que la otra es sésil, gruesa y fértil; el grupo floral fértil es alrededor de 8 mms. de largo y tiene una gluma enrollada y doblada al terminar el enrollamiento, como de 15 mms. de largo. Los granos son de color rojizo oscuro y como de 3 mms. de largo cuando esta descascarado.

Propiedades Tóxicas: El zacate Johnson ordinariamente es un buen forraje, pero en algunas ocasiones la planta contiene ácido cianhídrico, especialmente las hojas, lo que ocasiona envenenamientos. En este caso cualquier factor que interrumpa el crecimiento normal puede originar la enzima que con la ayuda del agua cambia los glucósidos en ácido prúsico. El crecimiento rápido de las nuevas hojas, el marchitamiento oca

sionado por la sequía, por enfriamiento, por helada, por corte o pisoteo, generalmente son los agentes más comunes. (20,25)

Nombre Común: Girasol.

Nombre Técnico: Helianthus annus L.

Familia: Compositae.

Otros Nombres Comunes: Girasol Silvestre, Girasol Común, Girasol Anual.

Origen: Probablemente fué introducida de la región de -- las grandes planicies de los Estados Unidos.

Distribución: El girasol crece en suelos húmedos, principalmente a lo largo de caminos, tierras bajas, áreas cultivadas y bajíos arcillosos. Aunque abunda en toda la región -- Noreste de México, se le encuentra desde los 30 hasta los -- 2,300 metros de elevación. Florece de Marzo a Octubre.

Descripción: El girasol es una planta silvestre, anual, alta, robusta y ramificada, de 90 a 210 cms. de altura, que -- se reproduce únicamente por sus semillas. Sus hojas ásperas y pubescentes son de forma ovalada o acorazonada, puntiagudas en la cima y con los bordes generalmente dentados. Son por -- lo general alternas de 5 a 30 o más cms. de largo y de 2 a 15 cms. de ancho; las superiores con peciolo cortos y las de --

en medio e inferiores con pecíolos de 20 cms. de largo.

Las grandes cabezas florales de 5 a 12 cms. de ancho tienen centros de color café rojizo y pétalos de color amarillo brillante, los aquenios son en forma de cuña; miden alrededor de 5 mms. de largo, tienen pelos cortos, de color café grisáceo o algunas veces con rayas más brillantes. (20)

Nombre Común: Quelite.

Nombre Técnico: Amaranthus retroflexus L.

Familia: Amarantaceae.

Otros Nombres: Quelite rojo, Hierba del puerco, Hierba del descuido, Amaranto.

Distribución: Es una de las malezas más comunes en suelos húmedos y descuidados de la región Noroeste de México, también se presenta como una seria plaga dentro y en los alrededores de los campos cultivados, en los bordes de las acequias, en los caminos y en los potreros. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 1800 metros de altitud, florece todo el verano desde junio a noviembre.

Descripción: El quelite es una planta anual de verano, alta, fuerte, de 30 a 180 cms. de altura, se reproduce por semilla, tiene un tallo principal generalmente grueso y con ra-

mas laterales comunmente cortas. Con frecuencia se torna rojizo, particularmente cuando avanza en su crecimiento, las -- hojas son lanceoladas y ovaladas, algunas veces matizadas, al ternas sin pubescencias; de 5 a 20 cms. de largo, de 1 a 6 cms. de ancho, con nervaduras muy prominentes y blanquecinas en el envéz. (20, 26, 28)

La Investigación Sobre Malezas.

El conocimiento de la maleza, sólo se puede obtener mediante un programa de investigación adecuado, el cual implica tres aspectos generales; el conocimiento del problema, la estimación de los daños que ocasiona y la determinación de los métodos de control más eficientes, económicos y seguros para el agricultor. (2)

La investigación para combatir la maleza en el campo se divide, básicamente, en investigación exploratoria e investigación de seguimiento.

El objetivo principal de la investigación exploratoria es la determinación de la influencia de diversas prácticas para combatir la maleza en herbajes y cosechas. Bajo esta clasificación, entran actividades tales como la evaluación del herbicida de rutina o las llamadas pruebas de selección y el trabajo exploratorio sobre cultivos específicos con una variedad de nuevos (y ordinarios) herbicidas o tratamientos.(13)

La investigación de seguimiento es, esencialmente una serie más detallada de experimentos en el campo sobre tratamientos o herbicidas que han mostrado posibilidades en la investigación exploratoria. Comprende la determinación del comportamiento del herbicida bajo una amplia variedad de condiciones ambientales, en diversas etapas del desarrollo, por varios métodos de tratamiento, a diferentes dosis y sobre diversas especies de maleza.

El dilema se puede resolver por cualquiera de dos métodos. Primero el experimento se puede idear con, (1) un testigo libre de maleza para compararlo con los mejores tratamientos químicos y, (2) un testigo no desmalezado para determinar el tiempo de erradicación.

El otro método en los casos en que el objetivo principal es la determinación de la influencia de la sustancia química sobre la cosecha, y también la evaluación de la especie de maleza destruída, el grado de destrucción y la duración de la erradicación es el establecimiento de dos experimentos separados. (13)

MATERIALES Y METODOS

Objetivo.

El presente trabajo tuvo como objetivo el de evaluar diferentes métodos de control de malezas en el cultivo del maíz, bajo el sistema de riego.

Localización del Sitio Experimental.

Este experimento se llevó a cabo en terrenos del Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, localizado en el municipio de Marín, N.L., durante el ciclo primavera-verano en el año de 1981.

La Estación Experimental Agropecuaria se encuentra localizada en el kilómetro 17 de la carretera Zuazua-Marín y sus coordenadas geográficas son 25° 53' latitud norte y 100° 03' longitud oeste. La elevación sobre el nivel del mar es de -- 367.5 metros. Sus límites políticos son: al norte colinda -- con el municipio de Higuera, al sur con Pesquería, al este -- con Dr. González y al oeste con Gral. Zuazua, todos del estado de Nuevo León.

Características del Sitio Experimental.

La temperatura media anual es de 22°C y la precipitación promedio anual esta entre los 400 y 500 milímetros. Los subtipos climáticos dominantes son BSO y BSI que corresponden a los climas secos o esteparios, la vegetación dominante es el mato-

rral espinoso y el suelo de tipo calcárico.

Las granizadas ocurren con una intensidad promedio de un día al año, siendo generalmente en la época de lluvias. La nubosidad se presenta en promedio de 90 a 110 días al año principalmente en los meses de mayor precipitación pluvial.

Los vientos se registran con intensidad promedio alrededor de 20 Km/h provenientes de masas de aire marítimo tropical del norte y noroeste.

El agua de riego fué obtenida de la presa almacenadora de la Estación Experimental, registrándose con un promedio de 1.095 micromhos/cm A 25°C, por lo que se considera como altamente salina. (17)

Diseño Experimental.

El diseño experimental utilizado fué el de bloques al azar con seis tratamientos distribuidos en cuatro repeticiones.

El área total del experimento fué de 1580.8 m².

La parcela experimental estuvo constituida de ocho surcos con ocho metros de largo, el distanciamiento entre surcos fué de ochenta centímetros y la distancia entre plantas de 27 centímetros, considerando como parcela útil los seis surcos centrales y eliminando un metro de la cabecera hacia adentro

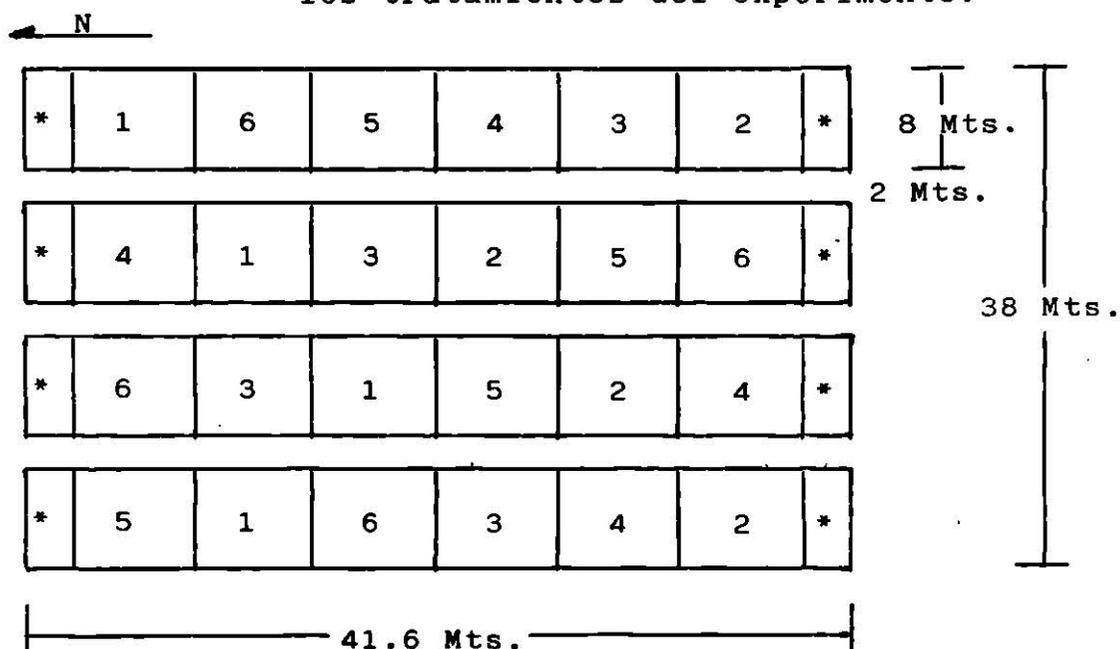
en cada parcela.

Entre repeticiones se dejaron calles de dos metros con - objeto de transitar por ellas y diferenciar los bloques, asi- mismo se dejaron dos surcos de protección en las orillas del experimento.

Los tratamientos son los siguientes:

- 1.- Control Manual.
- 2.- Control Mecánico
- 3.- Control Químico (Preemergente).
- 4.- Control Químico (Postemergente).
- 5.- Control Combinado.
- 6.- Testigo (Sin Control).

Figura No. 1. Croquis de distribución en el campo de los tratamientos del experimento.



* 2 surcos de protección

Tratamientos.

1. Control Manual.
2. Control Mecánico.
3. Control Químico Preemergente (Atrazina) 1 Kg/Ha.
4. Control Químico Postemergente (2,4-D Amina) 1.5 Lts/Ha.
5. Control Combinado (Mecánico + Químico 2,4-D amina)
6. Testigo (Sin Control).

Preparación del Terreno.

Durante la tercer semana de Febrero se realizó la preparación del suelo, que se inició con un barbecheo que consiste en el rompimiento de la capa del suelo a una profundidad de 30 cm. posteriormente se le dió un paso de rastra, con el fin de desmenuzar la tierra para facilitar la siembra y favorecer la germinación de la semilla.

Trazo de Parcelas.

Durante la cuarta semana de Febrero se delimitó el área que ocuparía el experimento y se determinó la orientación que deberían tener los surcos, en función de unir puntos con una pendiente del 1%, para realizar lo anterior se utilizó una cinta métrica, un nivel, cordón y estacas.

Una vez tomadas las consideraciones se le pidió al tractorista que trazara el surcado, de acuerdo a nuestras indicaciones en cuanto a dirección y longitud. Para posteriormente ha-

cer el trazo de parcelas y la distribución de tratamientos.

Siembra.

Se efectuó un riego con la finalidad de llevar a cabo una - - siembra a "tierra venida" la cual se realizó manualmente el - día 18 de marzo, utilizando aproximadamente 18 kilos de semilla por hectárea para una densidad de 45,000 plantas por hectárea.

La distancia entre surcos fue de 80 cms., se depositaron tres semillas a cada 27 cms. aproximadamente y a una profundidad de cuatro a cinco cms.

Se utilizó la variedad de maíz H-417, seleccionada por su alta adaptación a las condiciones climáticas de la región, y por lo homogéneo de su desarrollo.

Resiembra.

El día 31 de Marzo se llevó a cabo la resiembra, con el fin - de uniformizar la población.

Fertilización.

No se hizo ninguna fertilización debido a que en el ciclo anterior se había fertilizado el terreno.

Riegos.

Se proporcionaron dos riegos de auxilio y el de presiembra,

siendo los primeros a los 20 y 50 días después de la siembra.

El criterio seguido para los riegos fué en base a las etapas críticas de germinación y floración en primer término y por condiciones climáticas.

Control de Plagas.

Para el día 5 de abril se detectó un ataque de trips, por lo que al día siguiente se realizó una aplicación de Parathión Metílico (folidol) a razón de 125 c.c. en 100 litros de agua, todas las parcelas recibieron el mismo tratamiento, el mismo día.

Control de Enfermedades.

Durante el ciclo del cultivo el daño causado por enfermedades no fue suficiente como para usar agroquímicos.

Descripción de los Tratamientos.

1. Control Manual. Se realizó con machete durante tres ocasiones, a los 20, 35 y 50 días después de la siembra, se necesitaron en total doce jornales por hectárea.
2. Control Mecánico. Este tratamiento consistió en simular el efecto de un control con maquinaria, mediante el uso de azadón y aporcado de la planta, se efectuaron tres deshierbes a los 20, 35 y 50 días después de la siembra, requiriéndose

en total 18 jornales por hectárea.

Antes de llevar a cabo la aplicación de los herbicidas se hizo una prueba en blanco para determinar la cantidad de agua necesaria para cubrir completamente cada parcela, esta fué de 10 litros.

La aplicación de los herbicidas se realizó con una mochila aspersora manual con capacidad de 15 litros, haciendo la conversión de cantidad de material activo requerido para una hectárea a la parte proporcional requerida para la parcela.

3. Control Químico (Preemergente). Se utilizó Atrazina en dosis de 1 Kg/Ha. Antes de su aplicación se aflojó el suelo con el fin de aumentar su efectividad, éste tratamiento tuvo lugar dos días después de la siembra. Se necesitaron dos jornales por hectárea.
4. Control Químico (Postemergente). Incluye tres aplicaciones de 2,4-D Amina en dosis de 1.5 Lts/Ha., realizados a los 20, 35 y 50 días después de la siembra. Se requirieron seis jornales por hectárea.
5. Control Combinado. Consta de una primera aplicación de 2,4-D Amina en dosis de 1.5 Lts/Ha., un deshierbe simulado, el uso de maquinaria y una segunda aplicación de 2,4-D Ami-

na con la dosis anterior, realizadas a los 20, 35 y 50 días empleando en total 10 jornales por hectárea.

6. Testigo. Se dejó crecer libremente a la maleza.

Cosecha.

Se realizó a mano el día 2 de agosto, cosechando la parcela -- útil es decir los seis surcos centrales y eliminando un metro por cabecera, posteriormente se procedió a desgranar las ma-- zorcas y en base a una muestra se determinó el porciento de - humedad y en función de éste se hizo la corrección de maíz al 12% de humedad y la transformación del rendimiento a tonela-- das por hectárea.

Análisis de datos.

Durante el desarrollo del experimento se realizaron conteos de malezas, en tres fechas discrecionales con el propósito de conocer las especies más dominantes, éstas fueron el zacate Johnson (Sorghum halepense L. Pers, el girasol, Helianthus annuus L. y el quelite Amaranthus retroflexus L., en ese orden respectivamente.

Finalmente se realizaron un análisis estadístico para la variable rendimiento por medio de la técnica conocida como Análisis de Varianza, para el diseño bloques al azar y un análisis económico de relación Costo/Beneficio.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Se observó que la aplicación de Atrazina, mantuvo las parcelas tratadas, libres de maleza durante los primeros 25 días del desarrollo del cultivo.

Los síntomas de fitotoxicidad que provocó el uso del - - 2,4-D a las malezas, fueron la deformación y enrollamiento de las hojas en todas las plantas de hoja ancha, posteriormente la apariencia de quemadas y finalmente la muerte.

Para el tratamiento testigo o sea siempre enhierbado, se observó un ahilamiento de las plantas de maíz, asimismo el aumento en la cobertura del área con malezas no permitió un desarrollo normal al cultivo.

Un resumen de los resultados obtenidos durante el desarrollo del experimento se presenta en los cuadros siguientes. La discusión se da al final de ellos.

Cuadro No. 1. Rendimiento en Kilogramos por parcela útil (28.8 m²), de maíz en grano --- (12% de humedad) de los seis (6) tratamientos para cuatro (4) repeticiones. CIAFAUANL 1981.

Tratamientos	Repetición.						Tot. Tratamientos	\bar{X}
	I	II	III	IV				
Control Manual	4.481	6.627	6.192	5.539	22.839	5.710		
Control Mecánico	5.052	6.134	7.184	5.485	23.855	5.964		
Atrazina (Gesaprim)	4.58	3.003	5.074	5.938	18.595	4.648		
2,4-D (Hierbamina)	4.408	4.513	5.401	6.062	20.384	5.096		
Control Combinado	4.903	5.9	4.849	5.434	21.086	5.272		
Testigo	1.099	0	2.080	0	3.179	0.795		
Total Rep.	24.523	26.177	30.78	28.458	109.938			

Cuadro No. 2. Rendimiento en Kilogramos por hectárea, de maíz en grano (12% de humedad) de los seis (6) tratamientos para cuatro (4) repeticiones. CIAFAUANL 1981.

Tratamientos	I	II	III	IV	Tot. Tratamientos	\bar{X}
Control Manual	1555.73	2300.87	2149.84	1923.13	7929.57	1982.3925
Control Mecánico	1754.17	2129.71	2494.58	1904.43	8282.89	2070.7225
Atrazina (Gesaprim)	1590.16	1042.69	1761.65	2061.84	6456.34	1614.085
2,4-D Amina (Hierbamina)	1530.54	1566.84	1875.5	2104.74	7077.62	1769.405
Control Combinado	1702.47	2048.64	1683.66	1886.68	7321.45	1830.3625
Testigo	381.48	0	722.37	0	1103.85	275.9625
Total Rep.	8514.55	9088.75	10687.6	9880.82	38171.72	

Cuadro No. 3. Análisis de varianza de los rendimientos de maíz, del experimento sobre Métodos de Control de Maleza. CIAFAUANL 1981.

Causa variación	Gl.	S.C.	C.M.	Fc.	F.Tabulada	
					.05	
					.01	
Tratamientos	5	8.809	1.761	18.8**	2.90	4.56
Bloques	3	0.448	.1493			
Error	15	1.403	0.0935			
Totales	23	10.66				

** = Diferencia altamente significativa. C.V. = 5.33069

Cuadro No. 4. Comparación de medias por el Método Duncan.

2	1	2	3	4	5	6
2070.7	1982.4	1830.4	1769.4	1614.1	276.	

No. de medias	2	3	4	5	6
Límite de Significancia	.642	.645	.662	.673	.683

Cuadro No. 5. Análisis económico de los tratamientos del experimento sobre Métodos de -
Control de Malezas. CIAFAUANL 1981.

Tratamiento	Dosis/Ha.	Costo/Litro	Costo/Kilo	Jornales/Ha.	Costo de Mano de Obra/Ha.	Costo Total/Ha.
Control Manual	-----	-----	-----	12	\$ 3,972.00	\$ 3,972.00
Control Mecánico	-----	-----	-----	18	\$ 5,958.00	\$ 5,958.00
Atrazina (Gesaprim)	1. Kg.	-----	\$ 309.00	2	\$ 662.00	\$ 971.00
2,4-D (Hierbamina)	1.5 Lt.	\$ 342.00	-----	4	\$ 1,324.00	\$ 2,350.00
Control Combinado	1.5 Lt.	\$ 309.00	-----	10	\$ 3,310.00	\$ 4,237.00
Testigo	-----	-----	-----	0	-----	-----

Cuadro No. 6. Relación Costo/Beneficio en los tratamientos del experimento sobre Métodos de Control de Malezas. CIÁFAUANL 1981.

Tratamiento	Costo Total/Ha.	Rendimiento X (Kg/Ha)	Precio Kg. Maíz	Producción \$ /Ha	Ganancia/Ha	Relación Costo/Beneficio
Control Manual	\$3,972.00	1982.4	\$ 8.00	\$15,859.20	\$11,887.20	1:3.0
Control Mecánico	\$5,958.00	2070.7	\$ 8.00	\$16,565.60	\$10,607.60	1:1.8
Atrazina (Gesaprim)	\$ 971.00	1614.1	\$ 8.00	\$12,912.80	\$11,941.80	1:12.3
2.4-D (Hierbamina)	\$2,350.00	1769.4	\$ 8.00	\$14,155.20	\$11,805.20	1:5.0
Control Combinado	\$4,237.00	1830.4	\$ 8.00	\$14,643.20	\$10,406.20	1:2.5
Testigo	\$ 0	276.0	\$ 8.00	\$ 2,208.00	\$ 2,208.00	-----

DISCUSION

Se detectó una diferencia altamente significativa entre - tratamientos y al realizar la comparación de medias por el método Duncan se encontró que todos los tratamientos con excepción del testigo, ofrecen rendimientos que no difieren estadísticamente, es decir todos son iguales entre sí y diferentes al testigo.

Comparando los rendimientos en grano, se observa que los máximos valores los presentan el control mecánico, el control manual y el control combinado, en ese orden; sin embargo, estos tratamientos resultaron ser los más costosos.

El Cuadro No. 6 nos muestra que el control mecánico resultó ser el más costoso, ya que se están considerando tres deshierbes, donde se requieren 18 trabajadores para una hectárea y el tratamiento más económico fué la aplicación de atrazina - con requerimientos de dos trabajadores por hectárea.

La información que se desprende de los Cuadros 3, 4, 5 y 6 no es suficiente para estar en condiciones de recomendar -- algún tratamiento, por lo que se hace necesario un análisis de la relación Costo/Beneficio.

Es importante aclarar que la relación Costo/Beneficio que aparece en el Cuadro No. 7, no está en función de costos tota-

les de producción, sino que sólo se considera los gastos que implica cada tratamiento, de esta manera las inferencias que se hagan sobre éste deberán tener esas limitaciones.

Continuando con el Cuadro No. 7, observamos que la ganancia por hectárea es casi la misma en todos los tratamientos - con excepción del testigo.

Ahora bien, si nos centramos en los dos tratamientos extremos, el control mecánico y la aplicación de atrazina, que tienen relaciones Costo/Beneficio de 1:1.8 el primero y 1:12.3 el segundo podemos apreciar que para obtener la misma ganancia por hectárea, tendríamos que invertir cinco veces más dinero, si utilizáramos el control mecánico, que si lo hacemos por medio de atrazina.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo de este experimento y en base a observaciones realizadas, recopilación de datos y evaluaciones de rendimiento, se llegó a las siguientes conclusiones.

1. Se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos, para la variable rendimiento en grano.
2. La prueba de comparación de medias, realizada por el método Duncan demostró que de los seis tratamientos, cinco resultaron iguales entre sí y todos ellos diferentes al testigo.
3. Se observó que la época durante la cual, la presencia de las malezas es más determinante en el cultivo, es durante los primeros 45 días.
4. El uso de herbicidas, resultó ser más económico que el resto de los tratamientos, recomendándose el uso de los primeros.
5. El mejor tratamiento, consistió en la aplicación de atrazina, ya que comparado con los demás, produjo la misma ganancia pero con una inversión mucho menor.
6. Este experimento ha demostrado, sin lugar a dudas, la

superioridad del Control Químico en malezas, por lo --
tanto se sugiere, enfocar la investigación hacia la --
evaluación de diferentes productos químicos con dife--
rentes dosis.

7. Se recomienda que en experimentos posteriores, se le de importancia al aspecto económico y enfocar las recomendaciones de acuerdo al tipo de agricultores a quienes van dirigidos.

8. Es importante mencionar que los tratamientos estadísticamente iguales presentaron ganancias/Ha muy parecidas y una gran variación en Relaciones Costo/Beneficio y - en base a ésto último se hicieron las sugerencias.

Pudiera haberse presentado el caso de una gran variación tanto en ganancias/Ha como en Relaciones Costo/Beneficio, bajo estas circunstancias se analizarían ambas variables y las recomendaciones serían diferentes para agricultores de bajos recursos que para aquellos que disponen de un buen capital.

RESUMEN

Este experimento se llevó a cabo en terrenos del Campo - Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, localizada en el municipio - de Marín, N.L., durante el ciclo primavera-verano en el año - de 1981.

La siembra del experimento se realizó el 18 de marzo y la cosecha el 2 de agosto, para totalizar 137 días.

El objetivo del presente trabajo fué el de evaluar diferentes métodos de Control de malezas en maíz.

El diseño experimental utilizado fué el de bloques al azar con seis tratamientos distribuidos en cuatro repeticiones. Cada parcela estuvo formada por 8 surcos de 8 metros de largo espaciados a 80 centímetros, y un espaciamiento entre plantas de 27 centímetros. Para la parcela útil se tomaron los 6 surcos centrales eliminando un metro de cabecera.

Los tratamientos evaluados, fueron los siguientes:

1. Control Manual.
2. Control Mecánico.
3. Control Químico Preemergente (Atrazina) 1Kg/Ha.
4. Control Químico Postemergente (2,4-D Amina) 1.5Lts/Ha.

5. Control Combinado (Mecánico + 2,4-D Amina).

6. Testigo (Sin Control).

La cosecha se realizó a mano el día 2 de agosto, cosechando la parcela útil, posteriormente se hizo la transformación del rendimiento a toneladas por hectárea.

Se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos, para la variable rendimiento en grano.

La prueba de comparación de medias, realizada por el método Duncan, demostró que de los 6 tratamientos, cinco resultaron iguales entre sí y todos ellos diferentes al testigo.

El mejor tratamiento consistió en la aplicación de atrazina, ya que comparado con los demás, produjo la misma ganancia pero con una inversión mucho menor.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Agundis Mata, O. 1976. Las malas hierbas reducen el rendimiento de los cultivos. El Campo. México. Vol. 55 pp 18-19.
- 2.- Agundis Mata, O. 1980. El Control del zacate johnson -- (Sorghum halepense L. Pers). Primer Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Torreón. pp 91-100.
- 3.- Aldrich, S.R. y Leng, E.R. 1974. Producción moderna de maíz. Buenos Aires. Ed. Hemisferio Sur. pp 195-202.
- 4.- Anónimo. 1970. Nomenclatura propiedades físicas y químicas del Atrazina. Geigy de México.
- 5.- Anónimo. 1979. Como afectan las malezas a la producción hortícola. El Campo. México. Vol. 55. pp 13-14.
- 6.- Audus, L.J. 1964. The physiology and biochemistry of -- herbicides. London.
- 7.- Bovey, R.W. 1977. Response of selected woody plants in the United States to herbicides. U.S. Department of -- Agriculture. Washington, D.C.
- 8.- Bowen J.E. y Krathy, B.A. 1980. Agricultura de las Américas. Vol. 29. pp 20-26, 40-41.
- 9.- Darpoux, R. y Debelley, M. 1969. Plantas de escarda. Madrod; Ed. MUNDI-PRENSA. pp 13-22.
- 10.- De bach, P. 1982. Control Biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Trad. por Carlos Manuel Castaños. México. Ed. C.E.C.S.A.
- 11.- Detroux, L. y J. Gastichar. 1967. Los herbicidas y su -

- empleo. Barcelona. pp 20-27.
- 12.- Eastin, E.F., Palmer, K.D. y Grogan O.Q. 1963. Mode of action of Atrazine and Zimazine in suceptible and resistant lines of corn weed.
- 13.- Furtich, E.R. y Romanowski, R.R. 1973. Manual de Métodos de Investigación de Maleza. Centro Regional para el Desarrollo Internacional (A.I.D.). México.
- 14.- Glanze, P. 1980. El Maíz de Grano. Producción mecanizada de maíz de grano en las regiones tropicales y subtropicales. México. EURAM. pp 9-18.
- 15.- Klingman, C.G. 1961. Weed control as ascience. 2a. ed. New York. Willey International pp 1-34.
- 16.- Larson, W.E. y Hanway, J.J. 1977. Corn Production. -- Corn and corn Improvement. Agronomy No. 18. Wisconsin. pp 657-660.
- 17.- Leal, C.J. 1980. Análisis de la variación estacional de la calidad del agua en el campo Agrícola Experimental de Marín, N.L. Tesis Ing. Agr. Monterrey, N.L. Facultad de Agronomía UANL. 56 p.
- 18.- Márzico, O.J. 1980. Herbicidas y fundamentos del control de malezas. Buenos Aires. Ed. Hemisferio Sur. pp 1-23.
- 19.- National Academy of Sciences, U.S. 1978. Plantas nocivas y como combatirlas. Trad. Modesto Rodríguez de la Torre. México. Ed. LIMUSA.
- 20.- Parker, K.F. Malezas del Noroeste de México. Cd. Juárez. Ed. El Labrador.

- 21.- Rivera, H.A. 1962. Control químico de las malezas. -- Folleto Técnico No. 3 Esc. Nac. de Agricultura Chapingo
- 22.- Robbins, W.W., Crafts, A.S. y Raynor, R.N. 1969. Des-- trucción de las malas hierbas. Trad. por José Luis de - la Lama. México. Ed. U.T.E.H.A. pp 86-99.
- 23.- Robles Sánchez, R. 1975. Producción de Granos y Forra-- jes. México. Ed. LIMUSA. pp 9-11, 67-73.
24. Rojas G.M. 1982. Manual Teórico-Práctico de Herbicidas y Fitorreguladores. México. Ed. LIMUSA.
- 25.- Smith, R., Flinchum, W.T. y Jeaman D.E. 1979. Control de malezas en Norteamérica. Agricultura de las Américas.
- 26.- Spencer, F.R. 1974. All about Weeds. New York. Dover Publications Inc. pp 24-27, 99,100,101.
- 27.- Weaver, J.R. 1980. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México. Ed. Trillas.
- 28.- Wilkinson, R.E. y Jaques M.E. 1975. How to know the - weeds. 2a. ed. Iowa. W.M.C. Brown Company Publishers.

