

24137



# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores "Cuautitlán"

Evaluación de herbicidas por su época de aplicación, para el control de malezas en el cultivo de sorgo forrajero (Sorghum vulgare. Pers.), en el municipio de Cuautitlán de R. R , Edo. de México.

**T E S I S**  
Que para obtener el título de  
**INGENIERO AGRICOLA**  
p r e s e n t a

**JESUS MEDINA VELAZQUEZ**

Director de la Tesis: **ING. L. RICARDO CAZAREZ GARCIA**



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.

## C O N T E N I D O

Resumen .....	VI
Lista de Tablas .....	VIII
Lista de Figuras .....	IX
Lista de Gráficas .....	X
Introducción .....	1
Objetivos .....	3
Revisión Bibliográfica .....	4
Materiales y Métodos .....	15
Resultados y Discusión .....	41
Conclusiones y Recomendaciones .....	53
Bibliografía .....	55

## RESUMEN

De los diferentes métodos de control de malezas, el químico a base de herbicidas ha mostrado ser en la mayoría de los casos el más eficiente, por el poder residual que presentan los herbicidas, lo que implica un control de malezas durante varios meses que redundaría en un beneficio económico y físico, así como una disminución en el uso de la maquinaria; reduciendo pérdida de plantas por pisoteo y compactación del terreno por el continuo paso del tractor.

Cabe mencionar que el uso y aplicación de herbicidas en el Agromexicano aún no es ampliamente difundido, a pesar de ser una alternativa altamente confiable para el control de malas hierbas. Por lo cual, para tratar de mostrar la eficiencia de los productos químicos, se evaluaron cuatro herbicidas: Linurón, Diurón, Gesaprím-50 y Hierbestér recomendables para el control de malas hierbas en el cultivo de sorgo, durante el ciclo primavera-verano de 1983. Los productos se aplicaron en 2 épocas; preemergencia y postemergencia, en una siembra de punta de riego. Las dosis utilizadas fueron las recomendadas por las casas comerciales.

El experimento se realizó en las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, ubicada en el municipio de Cuautitlán de Romero Rubio, Edo. de México.

El experimento constó de 10 tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones en un diseño experimental de Bloques al Azar.

Los resultados se mostraron de la siguiente manera: los ren

dimientos en toneladas de forraje verde y el control de malezas - en porcentaje de control de las mismas, bajo la acción de los diferentes productos evaluados.

Las malezas presentes en el experimento fueron controladas - satisfactoriamente por los diferentes herbicidas evaluados, independientemente de la época de aplicación del producto. Sin embargo, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al rendimiento y control de malas hierbas.

En general, los mejores promedios en rendimiento fueron obtenidos cuando el herbicida fue aplicado en preemergencia.

Los tratamientos que presentaron excelentes resultados en control de malezas y rendimientos fueron Linurón en preemergencia y Gesaprim-50 en preemergencia y postemergencia.

Algunos tratamientos no mostraron diferencias estadísticas - significativas con el testigo "Siempre Limpio", en cuanto al rendimiento del cultivo.

## Lista de Tablas

### Tabla

1	Costos anuales causados por las plagas en las cosechas .....	5
2	Promedio de temperaturas máximas, medias y mínimas en Cuautitlán de R.R. ....	17
3	Promedio de precipitación pluvial en Cuautitlán de R.R. ....	19
4	Tratamientos probados en el control de malezas en el sorgo forrajero .....	36
5	Distribución de parcelas y tratamientos en el experimento de control de malezas .....	37
6	Rendimiento en forraje verde, obtenido bajo la acción de los herbicidas evaluados .....	42
7	Porcentaje de control de malezas, obtenido - bajo la acción de herbicidas evaluados .....	43
8	Análisis estadístico de los rendimientos de-sorgo .....	44
9	Análisis estadístico en el porcentaje de <u>con</u> trol de malezas .....	49
10	Rendimiento en forraje verde y porcentaje de control de malezas obtenido (Prueba de Duncan)	52

*Lista de figuras.*

*Figura*

1

*Ubicación de la parcela experimental, en las instalaciones de la FES-Cuautitlán .....*

23

*Lista de Gráficas.*

*Gráfica*

<i>1</i>	<i>Rendimiento promedio de forraje verde, en la aplicación preemergente .....</i>	<i>45</i>
<i>2</i>	<i>Rendimiento promedio de forraje verde, en la aplicación postemergente .....</i>	<i>46</i>
<i>3</i>	<i>Rendimiento promedio en forraje verde, en - las diferentes épocas de aplicación .....</i>	<i>48</i>



## I.- INTRODUCCION

La crisis económica por la que atraviesa el país muestra una vez más, con implacable crueldad, el carácter estratégico de los alimentos. (18)

Y es sin duda, la alimentación la necesidad básica y el elemento más objetivo del bienestar humano. Sin embargo, es claro - que la producción de alimentos o producción agropecuaria constituye un complejo problema que depende de muchos factores como; financiamiento, investigación, asistencia técnica, etc. (29)

Dentro de todos estos factores encontramos que los problemas fitosanitarios debido a parásitos, enfermedades y competencia de malas hierbas están ocasionando pérdidas en los rendimientos - de la producción agrícola. (9)

Específicamente, las malas hierbas existentes en los sembradíos constituyen uno de los peores enemigos del cultivo, dado que compiten con el mismo por agua, espacio, luz y nutrientes del suelo que las plantas necesitan para su desarrollo; además se debe considerar que las malezas en la mayoría de los casos han servido como hospederas tanto a insectos como enfermedades, que en un momento dado podrían ocasionar pérdidas a las cosechas. (3)

Las malas hierbas en la mayoría de los casos, están fuertemente adaptadas a vivir y desarrollarse en condiciones más desfavorables, dado que su adaptación ha pasado por fuertes procesos selectivos haciendo que éstas sean resistentes a condiciones extremas, de fácil propagación y sobre todo muy agresivas, por lo cual se hace más difícil su control y erradicación por los métodos tradicionales. (10)

El control de malas hierbas puede efectuarse por diferentes métodos; actualmente dicho control puede realizarse mediante la utilización de productos químicos denominados "herbicidas" que evitan su crecimiento y disminuyen la proliferación de las mismas logrando un control altamente significativo. Presentan la ventaja de poderse aplicar en menor tiempo del que se emplea en un deshierbe manual, además de que éste presenta algunos inconvenientes como: disponibilidad oportuna de mano de obra, condiciones climáticas adversas que impidan realizar su labor y su costo elevado. En comparación con la utilización de maquinaria, se disminuye la compactación del terreno por el continuo paso del tractor. (22)

Básicamente, el uso y aplicación de herbicidas todavía no es ampliamente difundido en el país, aunque puede lograrse conforme se hagan trabajos de investigación que muestren la benevolencia de éstos en el cultivo, ya que como es sabido ofrecen enormes ventajas en el combate de las malas hierbas que compiten con el cultivo con que se esté trabajando. (19).

## II.- OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden alcanzar en el presente trabajo son:

- 1.- *Mostrar la eficiencia de los productos químicos en el control de las malas hierbas.*
- 2.- *Determinar cual(es) de los productos utilizados presenta mejores resultados en el control de malas hierbas.*
- 3.- *Determinar en que época de aplicación se presentan mejores resultados, en el control de malas hierbas y rendimiento del cultivo.*

### III.- REVISION BIBLIOGRAFICA

#### 1.- Importancia Económica de las Malas Hierbas.

Es difícil precisar estrictamente una definición de mala -- hierba, ya que una planta puede ser perjudicial en un lugar y benéfica en otro. Por lo tanto, entenderemos como mala hierba "todas aquellas plantas que compiten con el cultivo y reducen tanto los rendimientos como la calidad de las cosechas, obstaculizando la recolección de las mismas!" (3)

En países en vías de desarrollo como México, un alto porcentaje de su población campesina trabaja en el campo y gran parte de su tiempo y esfuerzo lo dedican al deshierbe manual de su cultivo, haciéndose manifiesta la fatiga física, que se presenta como una compañera inseparable de las labores agrícolas tradicionales.

Además, las malezas reducen la productividad del cultivo por medio de la competencia por agua, espacio, luz y nutrientes del -- suelo reduciendo la eficiencia debido a que incrementan los costos del cultivo en labranza, mano de obra y maquinaria. Es decir, son causa directa en el incremento de los costos de producción.

En estudios realizados para cuantificar el daño ocasionado -- por las plagas a la agricultura en un año, se encontró que las malezas participan con el 42% del total de pérdidas en la agricultura, las enfermedades con el 27%, los insectos con el 28% y los nemátodos con el 3%. Ver tabla 1 (25)

Tabla 1.- Costos anuales causados por plagas en las cosecha.  
Klingman y Ashton 1980 (25)

Concepto	Pérdidas (X 1,000)	Control (X 1,000 )	Total (X 1,000)	Total (%)
Enfermedades	\$3,152,815	\$ 115,000	\$3,267,815	27.1
Insectos	2,965,344	425,000	3,390,344	28.1
Nematodos	372,335	16,000	388,335	3.2
Malezas	2,459,630	2,551,050	5,010,680	41.6
Total	8,950,124	3,107,050	12,057,174	100.0

McMillan en 1969 citado por García Escobar, estima que en - - E.E.U.U. a pesar de ser un país con una agricultura altamente desarrollada, los agricultores gastan aproximadamente 2,500 millones - de dólares anuales, en campañas para controlar únicamente las malezas, las cuales, según el departamento de agricultura de E.E.U.U., causan pérdidas por 5,000 millones de dólares al año.

Armstrong y colaboradores en 1968 mostraron que las pérdidas anuales en los E.E.U.U. son de 3.5 billones de dólares, en rendimiento y calidad de las cosechas en adición a los costos corrientes de control de malezas, por lo tanto justifican un estudio del problema completo.

Ramos Landey cita que la presencia de malas hierbas y en específico los zacates y el coquillo, limitan considerablemente la -

productividad del cultivo de arroz, ya que estas absorben más nitrógeno que el cultivo. Estudios efectuados en otros países, han mostrado que el cultivo de arroz sin malezas, aprovecha 3 veces más el nitrógeno aplicado al suelo. Otros estudios realizados en el estado de Sinaloa, mostraron que las reducciones en el rendimiento por la agresividad de las malezas varían de un 35% a 70%, aunque en algunos casos éste llega a ser nulo.

## 2.- Métodos de Control de Malezas.

La presencia de malas hierbas en los campos de cultivo es tan común, que las prácticas agrícolas tienen que ver con su control.

Es muy probable que el hombre, desde que comenzó a cultivar la tierra se viese obligado a eliminar las plantas perjudiciales que aparecían en sus sembrados. En un principio esta operación se efectuaba a mano o bien utilizando toscas herramientas que se fueron perfeccionando con el tiempo; más tarde se generalizaron las prácticas del cultivo mediante tracción animal y las herramientas fueron cada vez más eficientes. Después con el progreso industrial, los animales fueron desplazados por máquinas impulsadas por combustible. Finalmente, hoy en día los productos químicos denominados "herbicidas" pueden realizar dicha labor, los cuales destruyen las malas hierbas sin que el cultivo resulte afectado por la acción del producto; se dispone de herbicidas que han simplificado y abaratado la limpia de malezas en los sembrados.

Por lo tanto, entenderemos como control de malezas; "La ejecución de prácticas agrónomicas, que tienen como finalidad reducir en forma económica la población de aquellas plantas perjudiciales, a tal grado que el cultivo pueda llegar a buen término". (3)

El control de malezas es considerado un factor importante en los rendimientos, por lo tanto un efectivo programa de control de malas hierbas, es un componente necesario de un buen sistema de producción, Miller en 1974 citado por Gebhardt.

En general, el hombre por la necesidad de mantener limpios sus cultivos ha ideado varios métodos para llevar a cabo esta labor, entre los que podemos mencionar: métodos manuales, mecánicos, culturales, biológicos y químicos.

a) Control Manual.- Es el método en el cual el hombre elimina las malezas, arrancándolas con la mano o bien utilizando algún implemento como azadón y/o machete. Es utilizado frecuentemente en las zonas con gran disponibilidad de mano de obra barata. Su inconveniente es el gran esfuerzo físico realizado y el notable incremento en los costos de producción.

b) Control Mecánico.- Según estadísticas de 1967, La Illinois Cooperativa Crop Reporting Services, citado por Armstrong y colaboradores (11), determinó que el cultivar es utilizado para el -- control de malezas en un 90% de las tierras cultivables de maíz - en Illinois E.E.U.U.

La maquinaria resulta práctica para controlar toda clase de malezas; destruyendo las hierbas indeseables y reduciendo las semillas de las mismas que puedan existir en el suelo. Las segadoras resultan prácticas para impedir la formación de semillas de - toda clase de malezas, a la vez que debilitan las reservas alimentarias de las mismas.

Sin embargo, no siempre los procedimientos mecánicos resultan del todo eficaces, por ejemplo: al cortar plantas perenne se realiza prácticamente una poda de la misma, ya que al poco tiempo --

emergen nuevos brotes vigorosos. Además, no siempre es posible contar con una máquina; ya sea por falta de recursos económicos, por una reducida extensión y/o accidentado del terreno u otros factores que no permitan su utilización.

c) Control Cultural.- Sistema o procedimiento profiláctico que consiste en impedir la introducción y diseminación de plantas nocivas, por medio de la utilización de: semilla certificada o seleccionada, limpieza de la maquinaria utilizada en deshierbe -- antes de emplearla nuevamente, limpieza de los canales de riego -- y en caso de utilizar estiércol como abono orgánico tener la seguridad de que se encuentre completamente fermentado.

Incluye también la utilización de otros métodos agrónomos como: fecha de siembra, densidad de siembra, rotación de cultivos, etc..

d) Control Biológico.- Dicho control es ejercido por un organismo vivo sobre otro organismo para impedir su proliferación. Implica el uso de diferentes agentes bióticos; como la alelopatía de algunas especies vegetales, plantas parásitas y competidoras, insectos patógenos, animales domésticos (ganado) y acuáticos. Es recomendado en casos esporádicos pues desgraciadamente existen pocos estudios relacionados con las malezas en este sentido.

Los métodos de control biológico no son adecuados para los agricultores individuales, porque, para que tengan éxito deben aplicarse en grandes extensiones. Además dicha técnica generalmente no erradica las malezas, ya que tiende a mantener las poblaciones por debajo de los niveles que causen perjuicios económicos.

e) Control Químico.- Este tipo de control se realiza mediante el empleo de determinadas sustancias químicas, que inhiben o -



destruyen las malezas sin que resulte afectado el cultivo.

El control químico de las malas hierbas se inició en Europa, a principios de este siglo y se extendió después a los E.E.U.U.. Primero se emplearon los sulfatos de cobre y hierro, y más tarde - el sinox (binitro orto cresilato de sodio) para exterminar las malezas de hoja ancha en los cultivos de cereales.

Muchas de estas sustancias químicas presentaban serias limitaciones, que directa o indirectamente producían tanto alteraciones a las plantas como a las características del suelo.

Sin embargo, a partir de 1941-1942 se produce un cambio revolucionario en los métodos químicos usados para combatir las malas hierbas. Su origen fue el descubrimiento de sustancias sintéticas reguladoras del crecimiento, llamadas hormonas vegetales. Estas sustancias (en particular el 2,4-D), cuando se aplican a las plantas provocan diferentes reacciones que afectan o alteran el -- crecimiento de las mismas.

Con el transcurso del tiempo fueron apareciendo más productos en el mercado, lo cual muestra la rápida y continua evolución en -- las técnicas de control de malezas en los diferentes cultivos agrícolas.

Por la gran diversidad de productos químicos, se ha hecho necesaria una clasificación de los mismos.

Los herbicidas se han clasificado desde diversos puntos de vista:

- a) Según su estructura química: Inorgánica y Orgánicos.
- b) De acuerdo a su forma de acción: Selectivos y No selecti-

vos.

c) Según su lugar de aplicación: Foliares de contacto, Foliares traslocables y De contacto.

d) Según su tipo de aplicación: Presiembra, Preemergencia y - Postemergencia.

La acción selectiva ejercida por las sustancias hormonales, es completamente diferente a la ejercida por las sustancias de -- compuestos inorgánicos, ya que estos se adhieren y destruyen única mente el follaje causando disturbios fisiológicos a la planta.

La selectividad de los herbicidas con respecto a los cultivos nunca es total, dado que un producto químico es selectivo a un cul tivo en particular solo dentro de ciertos límites, determinados - por una compleja interacción entre la planta, el herbicida y el am biente. Es a partir de esta compleja interacción que se desarro- lla el concepto de selectividad por el cual unas plantas habrán de comportarse tolerantes mientras que otras serán susceptibles a la- acción del herbicida.

### 3.- Control Químico de las Malezas en el Sorgo.

Las malezas son reconocidas como un problema para mejorar la producción del sorgo, especialmente donde la precipitación pluvial es un factor limitante en la producción. Con la introducción al - mercado del herbicida atrazina, que puede ser aplicado en presiem bra o preemergencia se ha incrementado el control de malezas en el cultivo de sorgo. Según Burnside y Moomaw en 1975, citados por - Burnside en 1978, este herbicida ha representado un importante de- sarrollo en el perfeccionamiento de los programas de control de ma lezas en el cultivo de sorgo.

Condiciones de sequía en Nebraska, E.E.U.U., durante los últimos veranos han hecho que los granjeros cosechen prematuramente - el sorgo; Estos se han preguntado sobre las posibilidades de plantar otro cultivo diferente en los mismos terrenos de otoño del mismo año, dado que aproximadamente el 80% de dichos terrenos han recibido tratamientos de herbicidas en la primavera o principios de verano.

La preocupación de los granjeros, es el posible daño a estos subsecuentes cultivos, por la cantidad de residuo de herbicida que pudiese existir en el suelo.

De acuerdo con Burnside y Schultz en 1978, respuestas a estas preguntas no son tan evidentes, ya que son muchas las familias de herbicidas utilizadas en esta región en el control de malezas en - sorgo, y son diferentes los factores que afectan la razón de disipación de cada familia, como: estructura química del herbicida, tipo de suelo, humedad del suelo, razón de aplicación, pH del suelo, formulación, actividad microbial, etc..

Estudios a la tolerancia del sorgo a aplicaciones de atrazina fueron realizados en Nebraska E.E.U.U.; no se incrementaron los -- daños al cultivo de sorgo con las aplicaciones anuales de atrazina, ya que el sorgo parece ser un cultivo que puede compensar la baja resistencia o daño prematuro causado por el herbicida y aun mantener sus rendimientos.

Sin embargo, un cultivo de avena fue plantado en el área experimental un año después, como un método sensitivo para determinar la persistencia del herbicida en el suelo. Los rendimientos de -- avena fueron afectados por los residuos de atrazina, por lo tanto, el residuo de un producto tendrá que ser una consideración por si existen planes de rotar a otro cultivo y éste sea susceptible como

La avena. Burnside y Moomaw en 1975.

El sorgo es un cultivo importante en la región meridional de la gran planicie de los E.E.U.U., y durante la pasada década llegó a ser el mayor cultivo en el centro de la gran planicie. Uno de los mayores problemas en la producción del sorgo fue el inadecuado control de malezas; la más severa competencia de éstas en una siembra en seco ocurrión durante los primeros 30 días después de plantado, y las malas hierbas que germinaron después tuvieron un efecto pequeño en los rendimientos. Burnside y Wicks en 1969.

En el norte de Tamaulipas, México, es costumbre sembrar el sorgo en suelo húmedo, sin embargo, frecuentemente tienen problemas de exceso de humedad ocasionando retrasos en la fecha de siembra lo que determina la presencia de plagas, enfermedades y la aparición de malas hierbas, es por eso que se planteó determinar que ventajas reporta la siembra en seco. Acosta y Castro en 1973.

Cabe aclarar que uno de los principales problemas que se puede presentar en la siembra en suelo seco, es la competencia de las malezas después de aplicado el primer riego. Se utilizaron herbicidas como gesaprim-50, propazine, out-fox + atlox 3069 y propazine + out-fox, que fueron aplicados al cultivo de sorgo en pre-siembra y/o postemergencia, para determinar que producto pudiera solucionar tales problemas; se obtuvieron buenos resultados en el control de malezas con algunos tratamientos de los productos utilizados.

Gamboa en 1971, cita que uno de los esfuerzos constantes que efectúan los agricultores para mejorar los rendimientos de sus cosechas, es combatir las malezas; siendo esto porque el número de ellas es muy grande y su establecimiento y propagación es muy fácil aún bajo condiciones adversas ocasionando mermas en rendimien-

to y calidad.

Se determinó el periodo crítico de competencia entre el sorgo y las malezas. Cuando aumenta el número de días que permanece enhiervado el cultivo la producción disminuye, mientras tanto la producción se incrementa cuando el cultivo permanece libre de malezas durante todo el desarrollo del cultivo.

El desarrollo de malezas en las 20 días posteriores a la emergencia de las plantas, no ocasionó ningún daño al cultivo, mientras que las parcelas que permanecieron libres de malezas los primeros 20 días y enhiervado el resto del ciclo, manifestaron un decremento en los rendimientos.

Después de los 35 días el sorgo se encuentra bien desarrollado y establecido sobre el terreno, por lo cual se puede defender fácilmente de la competencia, la eliminación de las malezas después de estos días no ocasiona beneficios al cultivo.

#### 4.- Importancia del Sorgo.

A nivel nacional el sorgo ha tenido un crecimiento importante en los últimos 20 años, ya que la superficie sembrada con dicho cultivo en 1960 fue de 116,000 has. y en 1980 se incrementó a 1,578,629 has. Vega en 1983.

Este incremento en superficie ha sido consecuencia del aumento de la demanda interna, ya que puede substituir al maíz en la mayoría de sus usos, como forraje y grano. Además de que ha permitido que mayores volúmenes de maíz se destinen al consumo humano.

Básicamente, las regiones sorqueras del país se encuentran en altitudes inferiores a los 1800 msnm (Tamaulipas, Sinaloa, Sonora y El Bajío), ya que en alturas mayores como es el caso del Valle de México, el cultivo es afectado por las bajas temperaturas. Como respuesta a este problema el INIA y en particular el CAEVAMEX, ha puesto a disposición de los agricultores de los Valles Altos de México, las primeras variedades de semillas de sorgo adaptadas a altitudes de 1800 a 2300 msnm.

El Valle de México, es un área donde la producción forrajera es de suma importancia, dado que cuenta con una población de aproximadamente 3 millones de cabezas de rumiantes (bovinos, caprinos y ovinos) y una superficie de riego destinada a la producción forrajera de aproximadamente 58,829 Has, en la que sobresalen por su importancia, los cultivos de alfalfa, avena y maíz forrajero.

Sin embargo, los forrajes mencionados se enfrentan a diversas limitantes las cuales originan bajos rendimientos, destacando; -- prácticas inadecuadas de manejo, presencia de plagas y enfermedades. Castro y Gutierrez, 1981.

Por lo tanto, el cultivo de sorgo forrajero se contempla como una alternativa para la producción de forraje en verano, que puede ser ensilado y utilizado en la temporada invernal que es cuando los forrajes verdes escasean, además de que presenta otras ventajas como es superar en rendimiento al maíz forrajero y los problemas causados por enfermedades y plagas, a la fecha son mínimos.

#### IV.- MATERIALES Y METODOS.

##### 1.- Características del Lugar.

##### 1.1.- Localización y Límites.

El municipio de Cuautitlán, Estado de México, forma parte de la cuenca del Valle de México; se extiende aproximadamente entre los 19°37' y 19°45' de latitud norte y entre los 99°07' y 99°14' de longitud oeste; limita al sur con el municipio de Tultitlán, al suroeste con el municipio de Tultepec, al este con el municipio de Melchor Ocampo, al norte con el municipio de Teoloyucan, al noroeste con el municipio de Zumpango y al oeste con el municipio de Tepotzotlán.

La altitud media para el municipio es de 2400 msnm, en tanto que para la cabecera municipal, Cuautitlán de Romero Rubio y el área de estudio es de 2250 msnm.

El municipio de Cuautitlán está comprendido dentro de la provincia geológica del eje Neovolcánico; las elevaciones que se pueden observar al suroeste y oeste del municipio forman parte de las estribaciones de las sierras Monte Alto y Monte Bajo. Al suroeste la sierra Guadalupe separa el valle de Cuautitlán del valle de Tlanepantla. (20)

El río Cuautitlán, que se origina en la presa Guadalupe atraviesa el municipio en dirección suroeste-noroeste; las aguas de esta presa junto con las de las presas de la Piedad y el Muerto, son utilizadas para el riego de los cultivos de la zona.

El presente trabajo experimental fue realizado en las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores "Cuautitlán" de la

UNAM, ubicada al oeste de la cabecera municipal de Cuautitlán, Estado de México.

## 1.2.- Clima.

Cabe aclarar que, en Cuautitlán no se cuenta con estación climatológica, por lo tanto, se extrapolaron los datos de las estaciones más próximas, como son las de Tepotzotlán, Teoloyucan y Tlanepantla, con altitudes muy semejantes a las del área de estudio.

### 1.2.1.- Temperatura.

La temperatura media anual es de  $15.0^{\circ}\text{C}$  aproximadamente, - siendo enero el mes más frío con un promedio de  $11.7^{\circ}\text{C}$  y mayo el mes más caliente con  $18.5^{\circ}\text{C}$ .

Las temperaturas promedio mínimas, se presentan en los meses de diciembre, enero y febrero, por lo que es muy común que durante la noche se presenten temperaturas abajo de los  $0^{\circ}\text{C}$ .

Ver Tabla 2.

### 1.2.2.- Precipitación Pluvial.

En Cuautitlán el régimen de lluvias es de verano; es decir, que la precipitación se concentra básicamente de mayo a octubre, en tanto que durante el invierno se recibe una cantidad mínima.

La precipitación media anual es de 664 mm., siendo julio el mes más lluvioso con 127.3 mm., y febrero el mes más seco con 5.2 mm. Ver tabla 3.



Tabla 2.- Promedio de las temperaturas máximas, medias y -  
mínimas para el municipio de Cuautitlán de R.R., Estado de Méxi-  
co.

TEMPERATURAS				
Mes	Máxima		Media	Mínima
Enero	25.1	°C	11.7	-1.7 °C
Febrero	26.1		12.7	-0.7
Marzo	28.5		15.0	1.5
Abril	29.3		16.7	4.1
Mayo	30.2		18.5	6.7
Junio	27.6		17.2	6.7
Julio	25.6		16.7	7.7
Agosto	25.4		16.5	7.5
Septiembre	25.5		15.6	5.6
Octubre	26.2		14.9	3.6
Noviembre	25.1		12.9	0.8
Diciembre	24.6		11.8	-0.9

Fuente: Observatorio Nacional de Tacubaya

Período: 1971-1980

### 1.2.3.- Granizo.

Sin ser siniestro muy importante para la región, sí llega a presentarse de 4-6 días al año, los cuales se han recibido durante el verano. (30)

### 1.2.4.- Heladas.

En esta región, el promedio anual de días con heladas es alto; aproximadamente 64 días. Esta puede presentarse desde el mes de octubre y terminar en el mes de abril, siendo más frecuentes durante los meses de diciembre, enero y febrero.

Pueden presentarse heladas tempranas, entre los primeros días de septiembre y heladas tardías hasta el mes de mayo.

### 1.2.5.- Viento.

De septiembre a marzo los vientos dominantes tienen un fuerte componente del oeste, en tanto que de abril a agosto se presentan calmas y vientos del este. En ningún mes se reportan vientos fuertes; dentro de la escala Beaufort, quedaría clasificado dentro de la calma o aire ligero (de 1.6 a 4.8 Km/hr.), su velocidad se hace más manifiesta durante la época lluviosa, pero aún así la velocidad no excede de los 5 Km/hr. (30)

Tabla 3.- Promedio de precipitación pluvial, para el municipio de Cuautitlán de R.R., Estado de México.

Mes	Precipitación (mms)
Enero	7.9
Febrero	5.2
Marzo	15.6
Abril	24.7
Mayo	61.0
Junio	105.4
Julio	127.3
Agosto	122.8
Septiembre	112.8
Octubre	58.6
Noviembre	12.5
Diciembre	10.5
	=====
Total	664.30

Fuente: Observatorio Nacional de Tacubaya.

Período: 1971-1980.

### 1.2.6.- Clasificación del Clima.

Analizando los datos de temperatura y precipitación, y de acuerdo con el sistema de clasificación de Koppen modificado por -  
Enriqueta García (1964), el clima para la región de Cuautitlán es:

C{Wo} {W}b{c'}

Templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano, e invierno seco (con menos del 5% de la precipitación total anual), con verano largo y fresco y respecto a la oscilación de temperatura, ésta tiende a ser extremosa. (30)

### 1.3.- Suelos.

#### 1.3.1.- Geología.

El valle de Cuautitlán se localiza dentro de la provincia geológica del eje Neovolcánico, en la que predominan las rocas volcánicas cenozoicas de los periodos terciario y cuaternario - - (S.P.P. 1981) citado por Orlando de la Teja.

#### 1.3.2.- Edafología.

Los suelos de esta zona, son de formación aluvial y se originaron a partir de depósitos de material ígneo derivado de las partes altas que circundan la zona.

Suelos relativamente jóvenes en proceso de desarrollo; presentan un perfil de apariencia homogénea en el que no se aprecian fenómenos de iluvación o eluvación muy marcados, por lo cual es difícil diferenciar horizontes de diagnóstico a simple vista. Suelos profundos con más de 1 metro de profundidad.

De acuerdo con el sistema de clasificación FAO-DETENAL, S.P.P. 1981 citado por De la Teja, estos suelos han sido clasificados como vertisoles pélicos (Vp). Suelos que presentan una textura fina, arcillosos; suelos pesados, difíciles de manejar por ser plásticos y adhesivos cuando están húmedos y duros cuando se secan; - forman grietas profundas cuando se secan, y pueden ser impermeables al agua. (FAO-1968).

Características Físicas del Suelo (muestras a una profundidad de 30 cm.)

- a) Profundidad efectiva.- más de 1 metro.
- b) Color.- Negro a gris oscuro.
- c) Textura.- Textura fina: arcilla a migajón arcilloso
- d) Estructura.- Desarrollada, en bloques angulares a subangulares, de tamaño fino.
- e) Consistencia.- Dura a ligeramente dura en seco.
- f) Adhesividad y plasticidad.- De fuerte a moderada.
- g) Densidad aparente.- Baja, de 0.89 a 1.24 g/cc.
- h) Densidad real.- Baja, entre 1.91 y 2.50 g/cc.
- i) Drenaje interno.- De bueno a lento.
- j) Porosidad.- Poros pequeños y abundantes, 50% en promedio.

### Características Químicas del Suelo.

- a) PH.- Varía ligeramente de ácido a neutro, de 6 a 7.
- b) % de materia orgánica.- De alta a media, de 4.32 a 2.11%
- c) C. I.C.T.- Alta, de 30-35 meq/100 gr. de suelo.
- d) Nitrógeno total.- Variado debido a las labores culturales a que está sometido.
- e) Fósforo disponible.- Entre 180 a 250 Kg. de P/ha. Altamente fijadores de fósforo.
- f) Potasio fácilmente asimilable.- Aproximadamente 2500 Kg/ha., rico en potasio para las plantas.

#### 1.3.3.- Clasificación de acuerdo a su capacidad de uso agrícola.

De acuerdo con el sistema de clasificación del suelo empleado por el Departamento de Agricultura de E.U. modificado por DETENAL- (Colegio de Postgraduados-1977). Se consideran de clase 1 (20).

Los suelos de clase 1, son aquellos que presentan muy pocas o ninguna limitación para su uso, y si éstas existen son fáciles de corregir.

## 2.- Materiales.

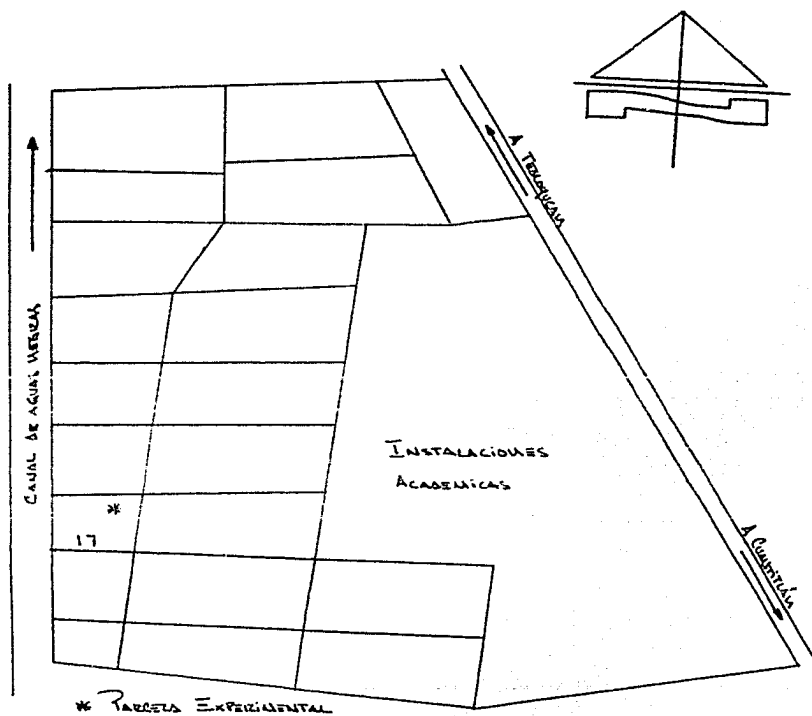
### 2.1.- Ubicación del Experimento.

El lote experimental se estableció en las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores "Cuautitlán" de la UNAM, en la parcela número 17. Ver figura 1.

### 2.2.- Semilla Utilizada.

Se utilizó la variedad Sweet Mioux de sorgo, recomendada para consumo en verde o pastoreo directo. Anónimo, INIA en - 1981 (5)

FIG. 1.- Ubicación de Parcela Experimental en las Instalaciones de la FES-Cuautitlán en Cuautitlán a R.R., México.



### 2.3.- Fertilizantes.

Para la fertilización del terreno experimental se utilizaron - como fuentes de nitrógeno y fósforo; Urea (46-00-00) y Superfósforo de Calcio Triple (00-46-00) respectivamente, con una dosificación - de 120-40-00 por Ha., recomendación hecha por INIA para esta zona.

Cabe mencionar, que se utilizó la dosis recomendada por - - - CAEVAMEX, porque se consideró que en la mayoría de los casos los - agricultores no contarían con los medios y/o recursos necesarios pa - ra analizar su parcela.

### 2.4.- Insecticidas.

Se utilizó Volatón a razón de 25 Kg./ha., como medio preventi- vo al ataque de plagas del suelo; como gallina ciega, gusano alam- bre, etc., y así asegurar el crecimiento de la plántula.

### 2.5.- Herbicidas.

Se utilizaron 4 herbicidas que fueron aplicados en preemergen- cia y postemergencia. Los productos fueron escogidos al azar de - una lista de herbicidas recomendados para el cultivo de sorgo. Linu - rón, Diurón, Gesaprim-50 y Hierbester.

#### 2.5.1.- Características de los herbicidas empleados.

##### a) Linurón (8)

Nombre comercial: Hyvar X

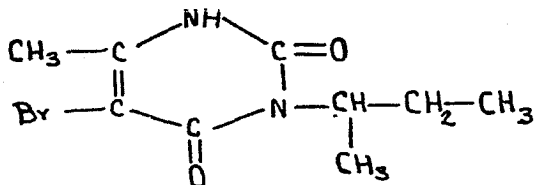
Nombre común: Bromacil

Nombre químico: 5-bromo-3sec-butyl-6-methyluracil

Fórmula Empírica:  $C_9H_{13}BrN_2O_2$



Fórmula Estructural:



Peso Molecular: 261.1

Forma Física: Cristales blancos, sólidos, cristalinos.

Olor: Inodoro.

- Solubilidad: 815 ppm en agua a 25°C, moderadamente soluble en acetona, alcohol etílico; poco soluble en hidrocarburos.

- Estabilidad: Estable en agua, en bases acuosas y soluble en solventes orgánicos como benceno, metanol, acetona y nitrilo acético. Estable a temperatura ambiente y no es afectado por la acción de la luz solar.

- Volatilidad: Muestra una baja volatilización con pérdida de menos de 0.1% por semana a temperaturas de 48°C.

- Toxicidad oral: LD<sub>50</sub>=5,200 mg/kg. Es decir poco tóxico.

La toxicidad es la capacidad que tiene cierta cantidad de sus

tancia para producir daño o muerte.  $LD_{50}$  es la dosis letal necesaria para matar el 50% de una población de animales experimentales.

Los efectos tóxicos de un producto químico se determinan sobre animales (ratones, conejos, etc.), lo cual es de gran ayuda para pronosticar dichos efectos sobre los humanos u otros animales.

Los valores de toxicidad se expresan como dosis oral ( $LD_{50}$ ), - en términos de miligramos de sustancia entre el peso en kilogramos de los animales de estudio (mg/kg).

- Formulación: Hyvar X, polvo humectante para aplicarse en aspersión, contiene 80% de Bromacil como ingrediente activo y 20% de coadyuvantes (humectantes, dispersantes y diluyentes).

- Actividad del producto: Herbicida de traslocación cuando se aplica como preemergente y de contacto cuando se aplica como postemergente sobre el follaje, activado con el surfactante. Los herbicidas elaborados a base de uracil son primeramente absorbidos del suelo a través del sistema radicular y traslocados a las hojas. Este herbicida también puede penetrar a través del follaje cuando se agrega un surfactante.

El efecto de Hyvar X sobre la planta se inicia con la inhibición de la fotosíntesis, esto se observa por el amarillamiento que ocurre en las hojas y tallos.

- Efectos residuales: El efecto residual variará con la cantidad de producto aplicado, tipo de suelo, precipitación o lámina de riego; sin embargo, el producto persiste por períodos de 5-6 meses, matando a las malezas en cuanto sus semillas germinan. La degradación del producto se lleva a cabo por microorganismos del suelo, en especial por Pseudomonas (entre 21 y 29°C), y Difteroides (entre 29

y 36°C).

b) Diurón (7)

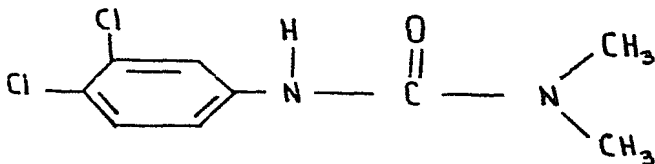
Nombre Comercial: Karmex

Nombre Común: Diurón.

Nombre Químico: 3-(3,4-Diclorofenil)-1,1-Dimetil urea

Fórmula Empírica:  $C_9H_{10}Cl_2N_2O$

Fórmula Estructural:



Peso Molecular: 233

Forma Física: Cristales blancos, sólidos.

Olor: Inodoro.

- Solubilidad: 42 ppm en agua a 25°C, baja solubilidad en hidrocarburos.

- Estabilidad: Estable con respecto a oxidación y humedad en condiciones convencionales. Se descompone a 180-190°C.

- Volatilidad: No es volátil.

- Toxicidad Oral:  $LD_{50}=3,400$  mg/kg. Es decir, poco tóxico.

- Formulación: Polvo humectable que contiene 80% de diurón y 20% de ingredientes inertes (humectantes y diluyentes)

- Actividad del producto: Usado como herbicida de traslocación cuando se aplica como preemergente y de contacto en postemer-

gencia, mezclado con un surfactante.

El producto es absorbido por el sistema radicular, una vez en el interior es traslocado hacia las hojas donde bloquea la función clorofílica de la planta, perdiendo la facultad de asimilar el - - anhídrido carbónico y de elaborar glúcidos; finalmente la planta muere al agotar sus reservas nutritivas. Los síntomas foliares tóxicos principian con un color verde claro, después un amarillamiento hasta formarse áreas necróticas.

Una vez aplicado el herbicida se iniciará más rápidamente su actividad si el terreno dispone de suficiente humedad, ya que la función del agua es trasladar el producto químico al sistema radicular de la maleza recién nacida.

Para incrementar el efecto del producto karmex sobre el foliaje, se debe adicionar un surfactante no iónico.

Efectos Residuales: Karmex no se acumula en el suelo, aunque su uso sea constante. Su efecto residual dura pocos meses y generalmente se degrada durante el ciclo biológico del cultivo que se está protegiendo.

La descomposición se lleva a cabo por la acción de los microorganismos del suelo; Este efecto es más acelerado en suelos de clima cálido y húmedo y alta cantidad de materia orgánica.

La pérdida de la substancia activa por la luz y la evaporación es relativamente baja, por eso no es necesaria una incorporación inmediata al suelo.

c) Gesaprim-50 (9)

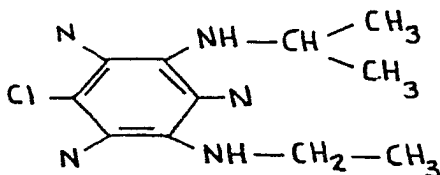
Nombre Comercial: Gesaprim-50

Nombre Común: Atrazina.

Nombre Químico: 2-cloro-4-etilamina-6-isopropilamina-5-triazina.

Fórmula Empírica:  $C_8H_{14}N_5Cl$ .

Fórmula Estructural:



Fórmula Física: Polvo blanco y cristalino.

Solubilidad: 33 ppm en agua a 20°C.

Toxicidad: LD<sub>50</sub> 1869-3080 mg/kg. Es decir, poco tóxico.

Formulación: 50% de Atrazina y 50% de materiales inertes.

- Absorción: Regular, tanto por vía radicular como foliar.
- Actividad del producto: Su acción se basa en una fuerte inhibición de la reacción de Hill como resultado del bloque de la fotosíntesis. Sin embargo, el efecto total del herbicida debe ser más complejo, ya que la inanición de la planta es mortal.

Ni la germinación ni la emergencia del cultivo se ven afectados; el grado de degradación de este tipo de herbicida varía grandemente según sean las especies. En especies resistentes son rápidamente degradados, mientras que en especies susceptibles, estos herbicidas son degradados lentamente; de tal forma que el grado de

degradación parece ser la base principal de la selectividad.

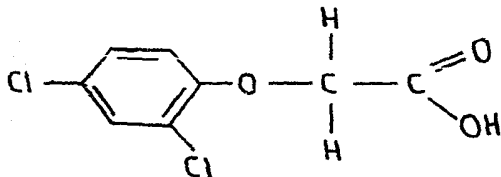
- Efectos Residuales: La actividad del herbicida puede durar semanas o hasta meses. Son relativamente persistentes en la mayoría de los suelos, y bajo ciertas condiciones ambientales es lo suficientemente persistente como para dañar plantas sensibles durante la estación inmediata a la aplicación.

d) Hierbester (6)

Nombre Comercial: Hierbester.

Nombre Químico: Ester butílico del ácido 2,4-Diclorofenoxiacético.

Fórmula Estructural:



- Estado Físico: Concentrado emulsionable, líquido, Ester - volátil de tensión superficial media.

- Solubilidad: Ligeramente soluble en agua, formando una emulsión lechosa; soluble en aceite de petróleo, volátil.

- Volatilidad: La forma Ester es peligrosa, con lo cual debe tenerse más cuidado, ya que puede afectar algunos cultivos susceptibles que estén cerca.

- Toxicidad:  $DL_{50}$  620 mg/kg. Es decir, ligeramente tóxico.
- Formulación: 47.5% de 2,4-D/lit y el resto de materiales inertes, en forma de éster isobutílico.
- Actividad del producto: Son absorbidos por el follaje de las plantas, raíces y tejidos suaves de los tallos. Una vez absorbidos se mueven a través de las vías que transportan alimento y agua (Xilema). Se acumula en las partes de crecimiento activo de las raíces y tallos; observándose deformaciones y enrollamientos de las hojas y tejidos jóvenes, inducidos por la proliferación y elongamiento anormal de las células de los tejidos meristemáticos de las malezas de hoja ancha (efectos epinásticos). Se rompe el equilibrio entre la síntesis y el uso de los hidratos de carbono. Aceleración de todas las funciones de la planta y desgaste de sus reservas, disminuye la respiración y fotosíntesis y se agotan las reservas; posteriormente las hojas se vuelven flácidas, desarrollándose una pronunciada clorosis y posteriormente la muerte.
- Absorción: El 2,4-D es absorbido fácilmente por las raíces y las hojas de las plantas, el uso de surfactantes incrementa el grado de absorción foliar del 2,4-D.

En la mayoría de los casos, un período de 6-12 horas sin lluvia es adecuado para producir los efectos deseados en el control de malezas.

- Residualidad: Es poco residual, ya que se descompone de 1- a 4 semanas por la acción de los microorganismos. Bajo condiciones de suelo húmedo y altas temperaturas, no existe peligro de que el producto se acumule en el suelo de un año a otro.

Presenta una marcada selectividad hacia las monocotiledoneas, por lo cual es poco tóxica a las gramíneas.

## 2.6.- Agua para Riego.

Se utilizó agua dulce destinada para el riego de los cultivos de la zona, procedente de las presas Guadalupe, La Piedad y El Muerto.

## 3.- Método.

### 3.1.- Diseño Experimental.

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar, con 4 repeticiones.

La esencia de este diseño estriba en que el material experimental se divide en grupos o bloques, cada uno de los cuales constituye una sola prueba o repetición, manteniendo el error experimental dentro de cada bloque. Además de que es un diseño usado frecuentemente, ya que logra un grado de precisión satisfactorio.

Las ventajas que presenta son:

- Es un diseño muy sencillo de planear y manejar.
- Permite estudiar cualquier número de tratamientos y repeticiones.
- El análisis estadístico es de fácil resolución.

### 3.2.- Preparación del Terreno.

Las labores de preparación del terreno fueron las usuales para este cultivo; barbecho, rastreo, nivelado, surcado y trazo de canales.

Su objetivo es propiciar las condiciones óptimas para una buena germinación y desarrollo del cultivo, permitiendo que el terre-



no se mantenga aireado, mejore su capacidad para captar y conservar la humedad, facilitar la germinación y ayudar a disminuir la población de plagas.

- Barbecho.- Roturación del suelo para remover la capa superficial, con la finalidad de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del terreno. Se logra una mejor captación y retención del agua, se incorporan residuos del cultivo anterior, así como las malezas para propiciar su descomposición y aumentar el contenido de materia orgánica y la fertilidad del suelo. Además los huevecillos, larvas y pupas de plagas son expuestas en la superficie, facilitando su destrucción por diferentes agentes biológicos y climáticos.

- Rastreo.- Se realiza después del barbecho para desmenuzar los terrones, acondicionando así una "cama de siembra" que facilite la germinación y la retención de humedad.

### 3.3.- Siembra.

La siembra se realizó en seco, en forma manual, el 16 de -- abril de 1983; la semilla se depositó a chorrillo en el fondo del surco y luego se tapó con una capa de suelo de 5 cm. aproximadamente. Anteriormente, se había aplicado el fertilizantes y el insecticida simultáneamente, en un lado del surco, para evitar que éste tuviera contacto con la semilla.

La densidad de siembra que se utilizó fue de 20 kg/ha., para lo cual se utilizaron 12.4 gr. de semilla de sorgo para sembrar un surco de 10 mts. de largo y 62 cm. de separación. Cada parcela constaba de 10 surcos, por lo tanto, el total de semilla utilizada por parcela fue de 124 grs. El total de semilla utilizada en el experimento fue de 4.960 kgs.

### 3.4.- Fertilización.

La dosificación del fertilizante utilizado fué de 120-40-00; aplicando 1/3 del fertilizante nitrogenado y todo el fertilizante fosfatado al momento de la siembra y el nitrógeno restante se aplicó 75 días después de la siembra.

Cabe aclarar, que se tenía planeado aplicar el fertilizante restante a los 40-45 días después de la siembra, sin embargo, por problema laborales de la institución (UNAM), no fué posible realizar dicha labor sino hasta los 75 días, es decir 30-35 días después de lo planeado. Por lo tanto, podría esperarse alguna alteración en los resultados del experimento.

Se utilizaron 53 grs. de urea y 53 grs. de superfosfato de calcio triple para cada surco en el momento de la siembra, y 107 grs. de urea/surco que posteriormente fué aplicado. El total de fertilizante utilizado en cada parcela fué de 1.612 kg. de urea y 0.539 kg. de superfosfato de calcio triple; dándonos un total de 64.480 kg. de urea y 21.560 de superfosfato utilizados.

### 3.5.- Tratamientos.

Los tratamientos probados en el experimento, se describen en la tabla 4.

La distribución de parcelas y tratamientos, se describen en la tabla 5.

### 3.6.- Riego.

La siembra fué de punta de riego, por lo tanto, tomando en consideración las recomendaciones de INIA para la región, se realizaron únicamente 2 riegos, con los siguientes intervalos:

<u>No. de riego</u>	<u>Fecha</u>	<u>Intervalo</u>
1no.	20-abril-83	- o -
2do.	07-mayo-83	17 días.

Los riesgos fueron por gravedad, el primero fué pesado para asegurar humedad suficiente en la germinación, el segundo fué más ligero y rápido para evitar posibles encharcamientos y pudrición de plantas, además de asegurar una humedad adecuada para el desarrollo del cultivo, en lo que se presentaban las primeras lluvias.

Para el riego se tomaron en cuenta factores como:

Aspecto visual del terreno, disponibilidad de agua y época del temporal.

### 3.7.- Control de Malezas.

Para la aplicación de los herbicidas probados, se utilizó una aspersora manual (tipo mochila), con una capacidad de 15 litros y una baquilla de abanico plano (80°04)

Tabla 4.- Tratamientos probados en el control de malas hierbas, en el cultivo de sorgo forrajero.

FES-Cuautitlán 1983.

No. de Orden	Tratamientos	Dosis Kg o Lt/Ha.	Epoca de Aplicación
1.-	Linurón	2.0	Preemergente
2.-	Diurón	2.0	"
3.-	Gesaprim-50	2.5	"
4.-	Hierbester	1.0	"
5.-	Linurón	2.0	Postemergente
6.-	Diurón	2.0	"
7.-	Gesaprim-50	2.5	"
8.-	Hierbester	1.0	"
9.-	Testigo-Siempre Limpio		
10.-	Testigo-Enhierbado		

Tabla 5.- Distribución de parcelas y tratamientos en el experimento de control de malezas, en el cultivo de sorgo forrajero, - utilizando un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones. FES-Cuautitlán 1983.

A	10	1	9	4	7	5	3	2	6	8
B	1	10	7	6	3	4	8	9	5	2
C	8	2	7	9	6	1	4	10	3	5
D	9	10	6	7	5	4	3	8	2	1

Se determinaron las cantidades a utilizar de herbicidas en una balanza granataria (capacidad 2600 gr.), se usaron 12.4 gr. de diurón 12.4 gr. de linurón, 15.5 gr. de gesaprim-50 y 6.2 ml. de hierbes-ter, tanto en la aplicación preemergente como postemergente.

Para la aplicación del herbicida fué necesario calibrar el - equipo, y así se determinó un volumen de 460 lts/ha. y 500 lts/ha. de agua, en la aplicación preemergente y postemergente respectiva-mente.

En la aplicación postemergente se utilizó un surfactante no - iónico (surfactant WF), a razón de 500 ml. por cada 100 lts. de - agua empleada en la aspersión.

Los agentes superficiales o surfactantes; son agentes humec--tantes, emulsificantes, esparcidores, adherentes y dispersantes - que presentan algunas ventajas como:

- El producto se adhiere mejor a la planta.
- Se evita el rebote en las plantas.
- Existe un mejor contacto del herbicida con la planta.
- Puede incrementar la toxicidad de los herbicidas.
- Reduce los daños por acarreo.

El agua en algunas ocasiones no es compatible con algunos pro-ductos químicos empleados como herbicidas o con algunas superficies de plantas. Con la adición de un surfactante el herbicida puede - ser mezclado con agua para formar una emulsión, de tal forma que - pueda ser mejor distribuido al momento de aplicarse y lograr una - mayor eficiencia.

El agua también es repelida por la cutícula cerosa de algunas plantas, si se añade un surfactante aumenta la eficiencia del herbicida, incrementando la cantidad de producto absorbido por las - hojas, logrando un mejor control.

### 3.8.- Control de Plagas.

El cultivo de sorgo así como todos los demás, se ven acosados por problemas fitosanitarios que redundan en una baja tanto en calidad como cantidad. Durante el presente trabajo el problema de - plagas de insectos fue mínimo con bajas infestaciones de gusano - soldado (Pseudaletia unipuncta H.) que se presentaron en algunas - parcelas al momento de la cosecha, que no constituyó un problema - serio que absorbiera esfuerzos ni gastos extraordinarios.

### 3.9.- Labores Culturales.

Las prácticas culturales son importantes en el desarrollo de los cultivos, y dados los objetivos que se pretenden alcanzar en el presente trabajo y para lograr éstos no se realizó practica alguna - salvo en las parcelas testigo "siempre limpio", donde se llevaron - a cabo 3 escardas en forma manual, con el fin de eliminar las malezas que estaban presentes.

### 3.10.- Evaluación de Tratamientos.

Básicamente, los tratamientos se evaluaron en base al rendimiento y porcentaje de control de malezas obtenido.

#### 3.10.1.- Cosecha (Rendimiento)

La cosecha se realizó a los 102 días después de sembrado y cuando el cultivo presentaba aproximadamente un 80% de floración. Esta

se llevó a cabo en forma manual, utilizando una hoz; cortando las plantas, desde la base del tallo hasta aproximadamente unos 10 cm. de altura, con el fin de aprovechar todo el material vegetativo - posible.

De cada parcela se colectaron únicamente 6 surcos resguardados 1 mt. en cada extremo; es decir, de la parcela original que era de 62 mts<sup>2</sup>, únicamente se cosecharon 29.76 mts<sup>2</sup>.

Al momento de cosechar se fué pesando cada parcela en el campo, para cuantificar su rendimiento en peso fresco. Ver tabla 6.

### 3.10.2. Control de Malezas.

La evaluación de malas hierbas, se realizó a los 15 y 30 días después de aplicado el tratamiento; cuantificando las malezas presentes dentro del área de un cuadro de madera de 48 x 46 cm. -- (0.22 m<sup>2</sup>), tirándolo al azar en la superficie de la parcela útil y observando el % de infestación de las malezas. Se consideró un control de 0% a la población de malezas existentes en el testigo-enhierbado y 100% en el testigo siempre limpio durante todo el ciclo. Ver tabla 7.



## V.- RESULTADOS Y DISCUSION.

Datos de los rendimientos y control de malezas obtenidos por los diferentes tratamientos se muestran en las tablas 6 y 7 respectivamente.

El análisis de varianza de los rendimientos nos indica que no hay diferencia significativa entre los bloques, pero sí existió entre los diferentes tratamientos. Ver tabla 8.

Como se observa en las gráficas 1 y 2, los mejores tratamientos en cuanto al rendimiento fueron Linurón y Gesaprim-50 aplicados en preemergencia, así como Gesaprim-50 aplicado en postemergencia. Los siguientes mejores tratamientos fueron 2 y 4; Diurón y Hierbester respectivamente aplicados en preemergencia.

Se presentaron diferencias en rendimientos de 13, 7 y 6% en los productos Linurón, Diurón y Hierbester respectivamente, cuando se comparó el producto en sus dos diferentes aplicaciones, - preemergente y postemergente. Por ejemplo: Linurón aplicado en preemergencia obtuvo un rendimiento en forraje de aproximadamente 73 ton/ha. y el mismo producto pero aplicado en postemergencia - presentó un rendimiento en forraje de aproximadamente 63 ton/ha.

Esta diferencia en los rendimientos del sorgo, fue debido más al retraso de aplicación del herbicida que a cualquier otro factor; dado que la aplicación del herbicida en postemergencia se realizó aproximadamente cuatro semanas después de la aplicación preemergente.

Tabla 6.- Rendimiento en forraje verde, obtenido bajo la acción de los herbicidas probados.

FES-Cuautitlán 1983.

Tratamiento	Blo A	Blo B	Blo C	Blo D	Total X	Promedio X
	Rendimiento (Ton/Ha)				Tratamiento	
1	70.961	77.634	71.135	72.896	292.626	73.156
2	62.331	71.540	70.206	61.827	265.904	66.476
3	63.921	69.732	72.732	70.853	277.469	69.367
4	63.508	66.801	74.653	60.819	265.781	66.445
5	57.459	63.071	59.711	73.444	253.685	63.421
6	56.250	64.045	62.738	64.230	247.263	61.815
7	60.934	74.301	66.286	75.999	277.520	69.380
8	62.456	63.279	62.437	61.890	250.072	62.518
9	75.077	75.767	74.904	75.574	301.322	75.330
10	30.734	43.750	33.721	23.506	131.711	32.927
=====						
Total x Rep.	641.018	648.774	669.920	603.641		
Prom. x Rep.	64.101	64.877	66.992	60.364		

Tabla 7.- Porcentaje de control de malezas, obtenido por los diferentes herbicidas probados.

FES-Cuautitlán 1983

Tratamiento	Blo A	Blo B	Blo C	Blo D	Total X	Promedio X
	Porcentaje de control (%)				Tratamiento	
1	98.6	98.8	98.9	99.0	395.3	98.82
2	85.6	83.5	80.2	84.7	334.0	83.50
3	98.1	99.0	98.4	99.0	394.5	98.62
4	94.9	95.2	95.1	94.8	380.0	95.00
5	97.1	97.2	97.2	97.7	389.2	97.30
6	93.9	95.5	95.6	94.7	379.7	94.92
7	97.6	98.4	98.5	98.7	393.2	98.30
8	86.9	86.7	84.6	85.6	343.8	85.90
9	100.0	100.0	100.0	100.0	400.0	100.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
=====						
Total	852.7	854.3	848.5	854.2		
x Rep.						
Total						
x Rep.	94.7	94.9	94.2	94.0		

Tabla 8.- Análisis estadístico de los rendimientos del sor-  
go forrajero obtenidos en la evaluación de herbicidas.

FES-Cuautitlán 1983.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig
Trat	9	5019.17	557.68'	25.75	3.14	xx
Bloq	3	229.52	76.50	3.53	4.60	ns
Error	27	584.75	21.65			
Total	39	5833.44				

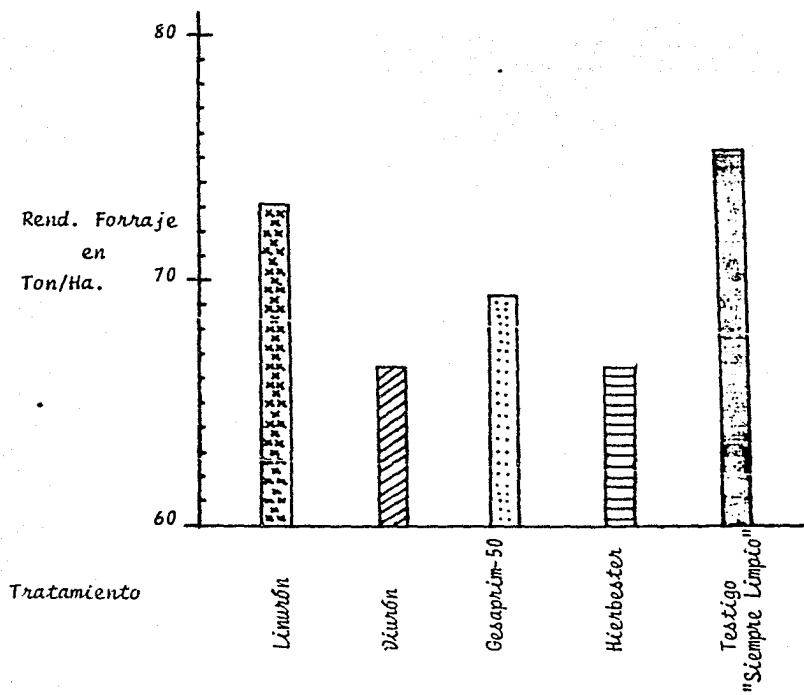
$$\alpha = 0.01$$

xx = altamente significativo

ns = no significativo

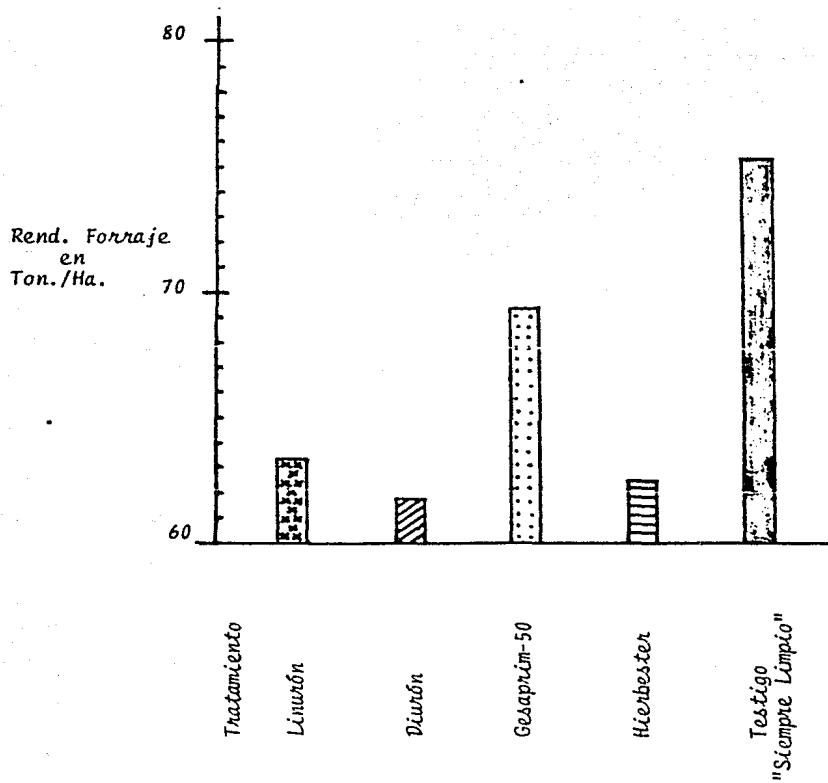
Gráfica 1.- Rendimiento promedio en forraje verde, obtenido por los diferentes productos evaluados en aplicación preemergente en el cultivo de sorgo.

FES-Cuautitlán 1984



Gráfica 2.- Rendimiento promedio en forraje verde, obtenido por los diferentes productos evaluados en aplicación postemergente en el cultivo de sorgo.

FES-Cuautitlán 1984



Es decir, cuando las plantas presentaban una altura aproximada de 20-30 cm., que es cuando las casas comerciales recomiendan - la aplicación postemergente de los productos.

De los resultados obtenidos por los diferentes tratamientos, - en general se observó que la aplicación en preemergencia fué mejor que la realizada en postemergencia, con excepción del Gesaprim-50. Ver gráfica 3.

Estos datos ratifican los resultados obtenidos por Burnside y Wicks en 1969, donde los rendimientos del sorgo fueron reducidos - en 4, 12 y 18% cuando el control de malezas se retrasó en 3, 4 y 5 semanas respectivamente, comparado con el de dos semanas después - de plantado.

También Gamboa Martínez en 1971, determinó que los rendimientos del sorgo disminuyeron en 8 y 25% retrasando el control de malezas veinte y treinta días respectivamente, comparado con el testigo "siempre limpio"

En cuanto al porcentaje de control de malezas, se observó que todos los tratamientos abatieron satisfactoriamente las malas hierbas presentes independientemente de la época de aplicación. Sin embargo, el análisis de varianza del porcentaje de control de malezas muestra que hay diferencias significativas entre los tratamientos, - no así entre los bloques. Ver tabla 9.

En la aplicación preemergente los mejores promedios en control de malezas lo tuvieron los tratamientos 1, 3 y 4, Linuron, Gesaprim-50 y Hierbester respectivamente.

Grafica 3.- Rendimiento promedio en forraje verde, obtenido en las dos diferentes épocas de aplicación de los productos evaluados. FES-Cuautitlán 1984.

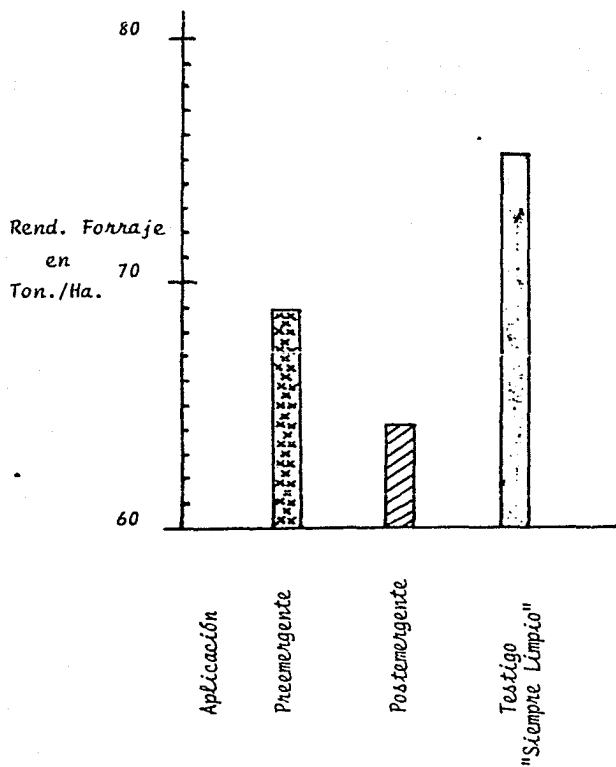




Tabla 9.- Análisis estadístico del porcentaje de control de malezas obtenido en la evaluación de herbicidas en el cultivo de sorgo forrajero.

FES-Cuautitlán 1983.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Sig
Trat	8	1129.49	141.8	18.428	3.36	xx
Bloq	3	2.26	0.753	0.098	4.72	ns
Error	24	183.87	7.661			
Total	35	1315.62				

$$\alpha = 0.01$$

xx = altamente significativo

ns = no significativo

En la aplicación postemergente, a excepción del tratamiento 8 (Hierbester post) los demás tratamientos tuvieron un adecuado control de malezas, que se vio reflejado en los rendimientos del cultivo.

Aunque no fueron tomados datos de Fitotoxiciana las diferencias entre los rendimientos del cultivo en la misma época de aplicación, sugiere que algunos herbicidas fueron más tóxicos al cultivo que otros. Ver gráficas 1 y 2. Por ejemplo: se observa - que en los tratamientos preemergentes 1 y 4, no obstante de haber tenido aproximadamente el mismo porcentaje de control de malezas (98% vs 95%) mostraron una diferencia en los rendimientos del orden del 11% entre los respectivos tratamientos. En los tratamientos postemergentes a excepción del tratamiento 7, la diferencia entre los rendimientos de los demás tratamientos fue mínima. Por lo tanto, inferimos que además del porcentaje de control de malezas, la toxicidad de algunos productos y la época de aplicación fueron los factores que influyeron en las diferencias estadísticas de los rendimientos.

A excepción del tratamiento 6 (Diurón post) los demás tratamientos no mostraron daños visibles en la planta causados por los herbicidas. El daño causado por el tratamiento 6 fue: necrosis del ápice y bordes de las hojas y achaparramiento de la planta. Sin embargo, se observó que días después con las precipitaciones pluviales las plantas empezaron nuevamente a desarrollarse normalmente.

Al efectuar la prueba de Duncan, se encontró que los tratamientos 9, 1, 7 y 3 son estadísticamente iguales seguidos por los tratamientos 2 y 4. Es decir, basándose en los rendimientos obtenidos por los diferentes tratamientos y comparándolos con el

testigo "siempre limpio" (Trat. 9), se deduce que los tratamientos 1, 7 y 3 fueron los que mayor porcentaje de control de malezas - presentaron, así como los que menor daño tóxico ocasionaron al cultivo, por lo tanto, los mejores tratamientos del experimento. Ver tabla 10.

Cabe aclarar, que si de alguna manera influyó en los rendimientos el hecho de haber llevado a cabo la segunda aplicación - del fertilizante nitrogenado aproximadamente 30 días después de lo programado, no fué posible detectarlo y compararlo dado que - INTA reporta rendimientos de 70-80 ton/ha de forraje verde en el primer corte bajo condiciones controladas.

Tabla 10.- Rendimiento en forraje verde y porcentaje de control de maleza, obtenidos bajo la acción de los herbicidas probados en el cultivo de sorgo forrajero.

FES-Cuautitlán 1983. (Prueba Duncan)

Tratamiento	Rendimiento (Ton/ha)	Control de Malezas (%)
9.-	75.330 a	100.0
1.-	73.156 ab	98.8
7.-	69.380 abc	98.3
3.-	69.367 abc	98.6
2.-	66.476 bc	83.5
4.-	66.445 bc	95.0
5.-	63.421 c	97.3
8.-	62.518 c	85.9
6.-	61.815 c	94.9
10.-	32.927 d	0.0

## VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Basados en el análisis estadístico y discusión de resultados de los diferentes tratamientos evaluados, los herbicidas Linuron en preemergencia y Gesaprim-50 en preemergencia y postemergencia resultaron ser los mejores tratamientos del experimento.

En lo referente a la época de aplicación, es importante hacer mención que la aplicación del producto en preemergencia resultó ser la más eficiente. En cierta manera esta es una medida profiláctica, debido a que se disminuye la probabilidad de germinar a las semillas de malezas evitando desde un principio la competencia de las mismas hacia el cultivo.

Cabe aclarar que la aplicación postemergente también resultó eficiente en cuanto al control de malezas. Sin embargo, presentó algunos problemas inherentes a la época de aplicación, como fue: pérdida de tiempo en el control de malezas al aplicar el producto tardamente; otro problema es realizar una aplicación dirigida del producto, ya que esta en ocasiones se debe efectuar con equipo especializado, así como también el posible daño del herbicida a la planta durante la aplicación.

Se recomienda la utilización de los herbicidas para controlar las malezas, sin abusar de su utilización, aplicándolo con el asesoramiento de un técnico para evitar posibles contaminaciones y problemas con cultivos vecinos.

Así también, cada agricultor debe analizar su propia situación y estimar sus posibilidades de éxito en el cultivo, determinando la factibilidad económica de los diferentes métodos de control conocidos, dado que esta decisión envuelve muchos factores: como costos (costos de maquinaria, labor y materiales), utilización del equipo adecuado, control oportuno, rendimiento, etc.

Se sugiere la continuación de este tipo de estudios para tratar de desarrollar un programa adecuado de control de malezas, donde se combinen los diferentes métodos de control de malezas conocidos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Acosta, N.S. y Castro, M.E. 1974. Evaluación de herbicidas en los cultivos de maíz y sorgo, sembrados en suelo seco. INTA, SARH. México.
- 2.- Aguilera, U.J. y Robles, S.R. 1979. Cultivo del sorgo, grano y/o forraje (*Sorghum vulgare*, Pers.) pp 141-181. Robles S.R. Producción de granos y forrajes. 2a. Edición Ed Limusa. México.
- 3.- Anónimo. 1968. Control químico de malezas. Fundación Shell. 11a. Edición Venezuela.
- 4.- Anónimo 1981. Manual de plaguicidas autorizados para 1981. Dirección General de Sanidad Vegetal. SARH México.
- 5.- Anónimo 1981. Guía para la asistencia técnica agrícola en el área de influencia del campo agrícola experimental Valle de México. INIA. SARH. México.
- 6.- Anónimo 1982. Hierbester, hoja informativa. Ciba-Geigy. -- México.
- 7.- Anónimo 1982. Karmex, boletín de información técnica. -- Du Pont. México.
- 8.- Anónimo 1982. Linurón, boletín de información técnica. -- Du Pont. México.
- 9.- Anónimo 1982. Protección de las plantas. 3a. Edición. Ciba-Geigy. México.
- 10.- Anónimo 1982. Tordón 101 para potreros. Dow Chemistry. -- México.

- 11.- Armstrong, A.L., Leasure, J.K. and Corbin, M.R. 1968. Economic comparison of mechanical and chemical weed control *Weed Sci.* 16:369-371. U.S.A.
- 12.- Bowen, E.J. y Krathy, A.B. 1980. Control de malezas en los trópicos. *Agricultura de las Américas*. Año 29, No. 6: 20,- 21, 24, 26, 40 y 41. U.S.A.
- 13.- Burnside, O.C. and Wicks, G.A. 1969. Influence of weed competition on sorghum growth. *Weed Sci* 17:332-334. U.S.A.
- 14.- Burnside, O.C. and Moomaw, R.S. 1975. Sorghum growth as -- affected by annual applications of atrazine. *Weed Sci.* -- 23: 494-498. U.S.A.
- 15.- Burnside, O.C. and Schultz, M.E. 1978. Soil persistence of herbicides for corn, sorghum and soybeans during the year-of application. *Weed Sci.* 26:108-115. U.S.A.
- 16.- Burnside, O.C. 1978. Mechanical, cultural and chemical of weeds in a sorghum-soybean (*Sorghum bicolor*)-(Glycine max) rotation. *Weed Sci.* 26:362-369 U.S.A.
- 17.- Castro, A.L. y Gutierrez, C.J. 1981. Forrajes. pp.42-43. Logros y aportaciones de la Investigación Agrícola en el - Area de Influencia del CAEVANEX. INTA. SARH.. México.
- 18.- Castañeda, E.C. Programa Universitario de Alimentos. Seminario la Alimentación en México. 1984. Instituto de Geografía Offsett. UNAM. México.
- 19.- Cázares, G.R. 1982. Introducción y adaptación del cultivo - de cártamo en la región de Huascato, Jalisco, Municipio de Degollado. Universidad de Guadalajara, México.
- 20.- De la Teja, A.O. 1982. Estudio de las características edáficas de los suelos de la Facultad de Estudios Superiores --



Cuautitlán. Offset. UNAM. México.

- 21.- Gamboa, M.J. 1971. Determinación del período crítico de competencia entre sorgo y malezas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- 22.- García, E.A. 1972. Evaluación de herbicidas en chile en la mesa central. ENA. Chapingo. México.
- 23.- Gebhardt, M.R. 1981. Cultural and chemical weed control systems in soybeans (*Glycine max*). *Weed Sci* 29: 133-138. U.S.A.
- 24.- Huerta, R.L. 1982. Respuesta de 5 cultivares de maíz (*Zea mays*) a herbicidas en el área de Chapingo. UACH. México.
- 25.- Klingman, C.G. y Ashton, M.F. 1980. Estudio de las plantas nocivas. 1a. Edición. Ed Limusa. México.
- 26.- Overbeek, V.J. 1948. Las hormonas como herbicidas. Memorandum técnico No.21 Dirección General de Distritos de Riego. SAG. México.
- 27.- Paniagua, U.E. 1969. Estudios iniciales para la evaluación del uso de herbicidas en plantaciones forestales. Universidad de San Carlos. Guatemala.
- 28.- Ramos, L.A. 1970. Combate de malezas con herbicidas en cebada. ENA. Chapingo. México.
- 29.- Reyes, O.S. Programa Nacional de Alimentación. Seminario la Alimentación en México. 1984. Instituto de Geografía. Offset UNAM. México.
- 30.- Reyna, T.T. 1978. Características climático frutícolas en Cuautitlán, Edo. de México. Boletín Instituto de Geografía. Vol. 8:55-66 UNAM. México.

- 31.- Rodríguez, R.N. 1974. Efectividad de 2 herbicidas con 3 - dosis diferentes en el control de zacate johnson en una huerta de cítricos. Universidad Autónoma de Nuevo León -- México.
- 32.- Schweizer, E.E., Swink, J.F. and Heikes, P.E. 1978. Field bindweed (*Convolvulus arvensis*) control in corn (*Zea mays*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) with Dicamba and 2,4-D. *Weed Sci* 26:665-668. U.S.A.
- 33.- Vega, Z.G. 1983. Cultivo del sorgo. Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el Cultivo del Sorgo. INIA SARH. México.