

55
2eje



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**



**“ EFECTO DE TOXICIDAD EN PROGENITORES DE
HIBRIDOS DE MAIZ A DIFERENTES DOSIS Y EPOCAS
DE APLICACION DEL 2 4 - D AMINA”.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
NOE SANCHEZ LOPEZ

ASESOR: M. C. MARGARITA TADEO ROBLEDO

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Efecto de toxicidad en progenitores de híbridos de maíz
a diferentes dosis y épocas de aplicación del 2 4-D Amina"

que presenta el pasante: Noé Sánchez López
con número de cuenta: 8110871-0 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 15 de Febrero de 1974

PRESIDENTE	<u>Dr. Aquiles Carballo Carballo</u>	
VOCAL	<u>M.C. José Luis Arellano Vázquez</u>	
SECRETARIO	<u>M.C. Margarita Tadco Robledo</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>M.C. Ofelia Grajales Muñoz</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Angel Casado Hernández</u>	

DEDICATORIAS

A mis padres, por haberme forjado un carácter humano comprometiendome a superarme constantemente en beneficio de la humanidad.

A mi esposa, al haber depositado su confianza en mí, alimentó constantemente mi sentido de superación.

A mis hermanos, con sus consejos estimularon mi vocación constante.

A mi hija Tania Cecilia, siendo motivo de inspiración permanente que activa mis sentidos y sensibiliza mi pensamiento en pro del beneficio de futuras generaciones.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Institución que me permitió alcanzar uno de mis objetivos en la vida.
- Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuarias (INIFAP), al otorgar el material genético.
- A las autoridades del Municipio de Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México, quienes facilitaron las instalaciones del vivero central para la realización de este trabajo.
- A la M.C. Margarita Tadeo Robledo, asesora general, por sus valiosas aportaciones que orientaron este trabajo.
- A los profesores que integran el Jurado, y sus ponderados comentarios que enriquecieron la obra.
- A todas las personas que colaboraron desinteresadamente en la conclusión satisfactoria de este proyecto.

CONTENIDO

	Pag.
Índice de Figuras	VIII
Índice de Cuadros	IX
Resumen	
i Introducción	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
II Revisión de Literatura	4
2.1 Generalidades	4
2.2 Importancia de las malezas en el cultivo de maíz	4
2.2.1 Factores que afectan la selectividad	5
2.3 Modo de acción del 2,4-D-Amina	7
2.3.1 Penetración en la cutícula	7
2.3.2 Factores que afectan la absorción foliar	8
Humedad	8
Luz	8
Temperatura	9
Formulaciones	9

Ph	10
Surfactantes	10
2.4 Movimiento del herbicida dentro de la planta	11
2.4.1 Función del Simplasto	11
2.4.2 Función del Apoplasto	12
2.4.3 Translocación al sitio de acción	12
2.4.3.1 Translocación del 2 4 D-Amina	13
2.5 Mecanismos de acción del herbicida 2 4 D-Amina	15
2.5.1 Sintomatología	15
2.5.2 Limitación de las funciones vitales de la planta	18
Raíz	20
Tallo	20
Hoja	21
2.5.3 Degradación	22
2.5.3.1 Volatilización	22
2.5.3.2 Fotodescomposición	23
2.4 Antecedentes históricos del herbicida 2 4-D	24
2.5 Afinidades del herbicida 2 4-D y AIA	26
2.6 Descripción del herbicida 2 4-D	27
III Materiales y Métodos	30
3.1 Localización	30
3.2 Material utilizado	30
3.3 Material genético	31
3.4 Diseño experimental	31

3.5 Manejo Agronómico	32
Siembra	32
Riegos	32
Aplicación del herbicida	32
Corte de plántula	33
3.6 Variables evaluadas	33
Velocidad de emergencia	33
Longitud de tallo	34
Longitud de raíz	34
Número de hojas	34
Peso fresco parte aérea	34
Peso fresco raíz	35
Peso seco parte aérea	35
Peso seco raíz	35
Efecto de toxicidad	35
3.7 Análisis estadístico	36
IV Resultados	37
4.1 Análisis de varianza para los diferentes factores de variación	37
4.2 Comparación de medias	39
4.2.1 Genotipos	39
4.2.2 Epocas de aplicación	41
4.2.3 Dosis de aplicación	42
4.2.4 Interacción Genotipo * Epocas de aplicación	43

4.2.5 Interacción Genotipo * Dosis de aplicación	43
4.2.6 Interacción Épocas de aplicación * Dosis	44
VI Discusión	46
VII Conclusiones	50
Viii Bibliografía	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fórmulas estructurales del ácido indol-3-acético y el 2 4-D.

Figura 2. Representación de la estructura química del ácido 2, 4-diclorofenoxiacético (2 4 D-Amina).

Figura 3. Estructura del micro invernadero.

Figura 4. Distribución de los diferentes tratamientos.

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadrados medios, significancia estadística y coeficientes de variación en las variables evaluadas de progenitores de híbridos de maíz; M-37, M-18 y M-36XM-37.

Cuadro 2. Comparación de medias para diferentes variables de los genotipos en estudio.

Cuadro 3. Comparación de medias para diferentes variables de las épocas de aplicación en estudio.

Cuadro 4. Comparación de medias para diferentes variables de las dosis de aplicación en estudio.

Cuadro 5. Comparación de medias para diferentes variables de las interacciones genotipos por épocas de aplicación en estudio.

Cuadro 6. Comparación de medias para diferentes variables de las interacciones genotipos por dosis de aplicación en estudio.

Cuadro 7. Comparación de medias para diferentes variables de las interacciones dosis de aplicación por épocas de aplicación en estudio.

RESUMEN

El uso de agroquímicos en la producción de semillas de híbridos de maíz, constituye una importante aportación en la investigación agrícola en México, sin embargo, algunos progenitores de híbridos presentan cierta sensibilidad a las aplicaciones del herbicida 2,4-D-Amina, no obstante ser selectivo a cultivos de gramíneas.

En este contexto, el presente trabajo se circunscribe en evaluar el efecto de toxicidad en tres progenitores del híbrido de maíz H-137; M-36XM-37, M-37 y M-18.

Tres diferentes dosis de aplicación; baja (2.5 ml/lit agua), mediana (5 ml/lit agua) y alta (7.5 ml/lit agua), siendo la dosis comercial (1 lit 2,4-D-Amina/200 lit de agua/1 ha.).

Y tres diferentes épocas de aplicación; primera (5 días después de la emergencia de plántula), segunda (10 días después de la emergencia de plántula) y tercera (15 días después de la emergencia de plántula) respectivamente.

El experimento fue realizado en el vivero municipal de Ciudad Nezahualcoyotl, Estado de México, montado bajo condiciones de microinvernadero.

El material genético evaluado fue proporcionado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). En consecuencia, el diseño experimental utilizado fue el factorial 3x3x3, con un arreglo Completamente al Azar, cuatro repeticiones y 27 tratamientos.

Cabe señalar, que el material genético fue sembrado en bolsas de polietileno negro, con dos kilogramos de sustrato, previamente mezclado con hojarasca, arena y arcilla en cantidades proporcionales, con el objeto de tener un manejo más práctico, para las diferentes aplicaciones del herbicida.

Asimismo, se evaluaron nueve variables; velocidad de germinación, longitud de tallo, longitud de raíz, número de hojas, peso fresco de la parte aérea, peso fresco de raíz, peso seco de la parte aérea, peso seco de la raíz y el efecto tóxico, este último parámetro fue obtenido visualmente mediante una escala de valores del 1 al 5.

De acuerdo a los resultados, el factor de variación genotipos, de forma un tanto lógica debido a que se manejaron líneas de origen diferente, se constituyó como el parámetro donde existieron el mayor número de variables con diferencias altamente significativas, seguido en orden de importancia por los factores épocas de aplicación y dosis de aplicación.

Asimismo, el efecto tóxico se mantuvo constante en cada uno de los tres factores de variación; genotipos, épocas de aplicación y dosis de aplicación, con diferencias altamente significativas. En aquellas variables donde no hubo significancia, se debe quizás a la propia naturaleza de esas variables.

Los resultados obtenidos en los análisis de varianza permiten plantear que en base a los objetivos de este trabajo podrían orientarse la utilización de más progenitores de manera más apropiada, considerando la respuesta en la variable principal, acumulación de materia seca en la parte aérea y raíz.

I. INTRODUCCION

El diagnóstico exacto del agente causal de uno o varios síntomas extraños en algunos progenitores de híbridos de maíz, con aplicaciones del herbicida 2 4 D-Amina, requiere no sólo de realizar un análisis visual del cultivo, sino también de efectuar un estudio global de la sintomatología y correlacionarlo con el conocimiento que se tenga acerca del modo y mecanismo de acción del 2 4 D-Amina y cada uno de los agentes que causan el efecto de toxicidad.

Los síntomas de toxicidad causados por los herbicidas en algunas especies de gramíneas, en ocasiones son producidos por la selectividad relativa de éstos bajo ciertas condiciones y en determinadas dosis, sin embargo, no existen elementos suficientes para poder determinar con exactitud los efectos que originan algunos herbicidas sobre algunas especies de gramíneas.

En el caso del herbicida 2 4 D-Amina, éste es un producto químico hormonal que pertenece al grupo de los fenóxidos, los cuales en bajas concentraciones, exhiben propiedades inductoras de crecimiento similares a las que posee el ácido indol-3-acético, hormona natural de la planta.

En ese sentido, la principal diferencia entre una hormona sintética como son los herbicidas hormonales y una hormona natural, como el ácido indol-3-acético, radica en que la planta puede dosificar o controlar el movimiento del ácido indol-3-acético por ser una sustancia natural, lo que no puede ser cuando las hormonas son sintéticas.

Actualmente, el éxito del control químico de las malezas, en cultivos de gramíneas, en forma selectiva, radica en el poder que tienen los herbicidas de cambiar el metabolismo de las malezas de manera tal que impida su crecimiento y desarrollo, sin afectar los cultivos.

En ocasiones, en cultivos de gramíneas, como maíz y sorgo, las plantas quedan propensas a sufrir "acame" después de la aplicación de un producto hormonal como el 2,4-D-Amina, debido a que el meristemo de las gramíneas se encuentra en la base del tallo, muy cerca de la superficie del suelo, si el tallo alcanza parte del producto aplicado a este sitio se estimula el crecimiento de la planta, aumentando la presión celular en el meristemo, debido a lo cual la planta queda débil y propensa al "acame" durante vientos fuertes o por el contacto con cultivadoras mecánicas o azadones.

Asimismo, induce a varias anomalías en el crecimiento y estructura de las plantas, después de una aplicación foliar a plantas susceptibles, estas pueden presentar torceduras epinásticas, tumores, raíces secundarias y estructuras rotas.

Lo anterior, adquiere importancia en la producción de semillas de híbridos de maíz, ya que se ha reportado cierta sensibilidad de algunos progenitores al utilizar el herbicida 2,4-D-Amina, lo que supone una limitante para el uso de este agroquímico en la multiplicación de híbridos específicos.

1.1 Objetivos

1. Evaluar el efecto tóxico en tres progenitores de híbridos de maíz M36XM37, M-37 y M-18 a diferentes dosis y épocas de aplicación del herbicida 2 4-D Amina, durante las primeras etapas de crecimiento.
2. Determinar la influencia del efecto tóxico, sobre algunos componentes del rendimiento de los progenitores de híbridos de maíz M36XM37, M-37 y M-18.

1.2 Hipótesis

1. Los herbicidas translocables como el 2 4 D-Amina, provocan efectos tóxicos en algunos progenitores de híbridos de maíz, cuando son utilizados formulaciones adecuadas o mal aplicadas, lo que genera una limitante en los beneficios económicos de la utilización de estos productos para el control de malezas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades

El efecto tóxico de los herbicidas sobre cultivos de gramíneas, pertenecientes al grupo de los Fenóxis, se debe en parte a que las recomendaciones de éstos, en su mayoría han sido empíricas, y las dosis y métodos de aplicación sugeridos tienen una utilidad limitada. De igual manera, para que los métodos que se recomiendan tengan una amplia utilidad, debe sustentarse en principios químicos y fisiológicos, con un conocimiento completo de las relaciones existentes entre los factores ecológicos y la existencia de una gran cantidad de variaciones. (Puente, 1982).

2.2 Importancia de las malezas en el cultivo de maíz

La investigación agrícola en México se ha preocupado por incrementar la producción por unidad de superficie, obteniéndose con estos trabajos, cultivares de maíz más rendidores en temporal, plaguicidas y herbicidas más adecuados para el combate de plagas y malezas, dosis y fórmulas óptimas de fertilizante, sin embargo uno de los problemas limitantes en la producción en zonas de temporal son las malezas (Palafox, 1981).

Las malezas afectan a los cultivos en sus primeras etapas de crecimiento en forma directa, reduciendo su vigor y la población como resultado de la competencia, alelopatía y parasitismo. En forma directa por los daños ocasionados por los insectos, patógenos, roedores u otros animales a los que sirve de hospederos.

Las especies de malezas varían en su habilidad competitiva, pero las más competidoras exhiben cuando jóvenes un rápido desarrollo aéreo y radicular dándoles una ventaja sobre la especie cultivada en la obtención de agua, nutrientes, luz y espacio. Las pérdidas ocasionadas por la competencia de las malezas en los cultivos es de un 20 a un 50%. (Agundis, 1981).

Uno de los principales problemas del maíz y otros cultivos en el Valle de México es el causado por las malezas. Estas originan pérdidas en la producción debido a la competencia por nutrientes, agua, luz así como efectos alelopáticos. (Moyeda, 1971).

Robles, (1976) dice que la competencia más fuerte es en general en los primeros 30 a 40 días en los cultivos. En el caso del maíz se ha determinado que el control de malezas esencial en la producción es durante los primeros 35 a 40 días del ciclo.

Por su parte Aguilar y Acosta (1973), llevaron a cabo en el estado de Zacatecas un estudio para determinar el período crítico de competencia entre el maíz de temporal y las malas hierbas, encontrando que las malezas empiezan a ejercer competencias desde épocas tempranas, siendo la reducción del rendimiento más drástica durante los primeros 60 días, por lo que manteniendo el maíz limpio los primeros 60 días desde su nacimiento será suficiente para obtener los óptimos rendimientos.

2.2.1. Factores que afectan la selectividad.

En las aplicaciones foliares, se destacan factores inherentes a la planta que determinan la selectividad del herbicida a favor de determinadas especies.

La cantidad de líquido retenida en la superficie de las hojas, al parecer nos estará dando un índice de selectividad, debido a que aquellas especies que hayan retenido en su superficie mayor cantidad de producto tendrán mayores probabilidades de absorberlo. (Moyeda, 1971)

Por su parte (Fischer, 1979), indicó que al observar un cultivo de trigo recién pulverizado, notó que las gotas del rocío se disponen mayormente sobre las malezas, quedando el cereal en su mayoría limpias de éstas, por lo que dedujo que el estudio del ángulo de contacto permite determinar el grado de humectabilidad de las hojas.

Asimismo, determinó que la selectividad pudiera darse por muy diversas maneras:

- Por diferencias en la retención y absorción del producto.
- Al variar la capacidad de traslocar, metabolizar y eliminar un herbicida una vez que éste ha penetrado en las plantas.
- Al ser diferente la ubicación y disponibilidad del herbicida en el suelo en relación a las raíces u órganos del vegetal capaces de absorberlo,

La humectabilidad diferencial de las hojas puede relacionarse con la estructura de la superficie foliar, por ejemplo la presencia de pelos débiles en aquellas hojas cuya superficie está cubierta de pelos débiles irregularmente dispuestos. Estos pelos al tocarse unos con otros determinan la presencia de fuerzas de capilaridad capaces de retener gran cantidad de líquido. (Fischer, 1979).

2.3. Modo de acción del herbicida 2,4-D-Amina.

Estos herbicidas son absorbidos rápidamente por las hojas y raíces, siendo determinante la cantidad absorbida por la formulación, y el empleo de adyuvantes, que se considera que estos herbicidas se traslocan desde las hojas en cantidades aceptables por el simplasma, aunque el movimiento del herbicida es más lento que el de los fotosintatos, lo que se le atribuye a la formación de complejos inmóviles. (Casados, 1987).

2.3.1. Penetración en la cutícula

La permeabilidad de la cutícula intacta, sin perforar, depende de factores tales como grosor de la cutícula, naturaleza de los depósitos de cera, hidratación de la cutina y la presencia de estodesmos. De éstos, la cantidad de cera puede ser el principal factor que inhibe la penetración de compuestos no polares. (Sinalé y Metcalf et al, 1960).

En este contexto, la cutícula actúa como una barrera al movimiento de las moléculas del herbicida, existe alguna controversia sobre su importancia en la determinación de la selectividad del herbicida. (Holly, 1956).

Asimismo, al estudiar la penetración de MCPA, 2,4-D-Amina y 2,4,5-T en especies resistentes y susceptibles llegaron a la conclusión de que las diferencias en velocidades de penetración no juegan más que un rol menor en la acción selectiva de estos herbicidas. (Crafts, 1962).

De igual forma, la mayoría de los estudios en cutículas aisladas han sido realizados usando iones de nutrientes marcados con isótopos, sin que se hayan obtenido resultados muy significativos al problema de la penetración de la cutícula por el herbicida. (Orgell, 1954).

2.3.2. Factores que afectan la absorción foliar

Humedad

Una humedad elevada, humedad sobre la superficie externa y baja tensión de humedad dentro de la planta, favorece una rápida absorción foliar. (Crafts, 1962).

La mayor absorción bajo condiciones de alta humedad puede ser también debido a una mayor penetración estomática, pues existen evidencias de que las células oclusivas se hinchan con una mayor presión de turgencia y se abre la apertura estomática. (Pallas, 1960).

Luz

Generalmente, se ha encontrado que la luz aumenta la absorción del 2,4-D-Amina, Kylin, (1960), comparó los efectos de la luz sobre la absorción de iones por parte de hojas verdes y albinas. La luz afecta solamente a la absorción por parte de hojas verdes debido a un efecto directo sobre la permeabilidad del plasmalema o al afectar los mecanismos energéticos para la absorción de sal asociada con la fotosíntesis.

Temperatura

Según Pallas, (1960), existe una mayor penetración de la cutícula a consecuencia de una mayor temperatura en el caso del 2,4-D-Amina. Parece también probable que la temperatura ejerza un efecto indirecto sobre la velocidad de absorción al influir sobre la viscosidad citoplasmática, acumulación, unión conversión metabólica y translocación de la molécula al regular los procesos que influyen sobre el gradiente de concentración a través de las capas de la superficie. (Sargent, 1965).

Formulaciones

En la práctica comercial los herbicidas fenoxiácidos son formulados normalmente como ésteres o sales sódicas o aminas. De estas formulaciones se ha informado que el éster isopropílico del 2,4-D las sales amina o sódicas. (Hauser, 1955).

Los ésteres hidrolizables de ácidos débiles biológicamente activos son usados para superar las dificultades de permeabilidad. Sin embargo, los ésteres alquilo livianos penetran la cutícula pero no se fraccionan fuera de ella dentro del sistema vascular, matando así a las hojas por daño de contacto y destruyendo el mecanismo de translocación. Esteres pesados formados por alcoholes, tal como los ésteres butoxietanol del 2,4-D y 2,4,5-T, al tener tanto solubilidad en agua como en grasa son herbicidas translocables con mayor efectividad. (Craft, 1956).

Ph

El Ph de una solución aplicada afecta la facilidad de la penetración cuticular ya que influye sobre la polaridad de la cutícula y del penetrante. (Orgell, 1957).

La acidez reprime la ionización del penetrante, la disociación de los grupos ácidos libres y de ácidos alifáticos de cadena larga en la cutícula, y de los residuos de aminoácidos en la porción proteica del plasmalema. De esta manera ácidos débiles como 2,4-D muestran su mayor toxicidad y penetran más eficientemente como moléculas sin disociar, las cuales se fraccionarán con mayor posibilidad en fases tales como cera y los lípidos del plasmalema. (Blackman y Robertson, 1953).

Orgell (1957), encontró que tanto los surfactantes catiónicos como los aniónicos impiden la absorción del 2,4-D a bajos valores del Ph, mientras que los surfactantes no-iónicos tienen poco efecto. Bajo condiciones alcalinas, en las cuales la mayoría del 2,4-D está cargada negativamente, los surfactantes catiónicos aumentan la absorción del herbicida, ya que las cargas positivas del surfactante reducen la negatividad de los grupos superficiales en la cutina. (Craft, 1956).

Surfactantes

En general, el agregado de surfactantes aumenta la penetración y la efectividad de los herbicidas aplicados al follaje. (Lomis et al, 1954).

Los surfactantes exhiben su mayor efectividad biológica a concentraciones superiores al 0.1%, 0.25-5% en el caso de los compuestos fenoxis. (Bayer, 1965). Parr y Norman (1965), concluyeron que su eficiencia en promover la penetración del herbicida se basa principalmente en la alteración de las propiedades físico-químicas del herbicida y de la superficie foliar, haciéndolas más compatibles. En tanto que los surfactantes son capaces de causar efectos biológicos. Parr y Norman (1965), su efecto parece estar limitado a procesos de penetración y absorción en el punto de entrada del herbicida. (Blackman y Robertson, 1953).

2.4. Movimiento del herbicida dentro de la planta

La eficacia de los herbicidas se determina principalmente por la amplitud de su penetración a las plantas y su traslocación posterior dentro de ellas.

El estudio de la entrada y distribución de los compuestos químicos en las plantas debe incluir un análisis de los términos "apoplasto" y "simplasto" (Wueaver, 1980).

Estos términos, usados en fisiología vegetal, tienen íntima relación con la interpretación de los procesos relacionados con la acción de los herbicidas.

2.4.1. Función del Simplasto

El simplasto es un término que se utiliza para indicar el conjunto de plasmalemas y plasmodesmos de todas las células de las plantas integradas funcionalmente.

Dentro del protoplasma celular circulan diversos solutos, sintetizados por la misma planta o absorbidos del exterior (este último es el caso de los herbicidas). El movimiento de estas sustancias puede ser muy lento. Por ejemplo, a través del parénquima de hojas o raíces la migración puede ser de milímetros o de pocos centímetros por hora; en cambio, en los tejidos vasculares es mucho más rápido y en el caso de los tubos cribosos puede alcanzar de 10 a 100 centímetros por hora. (Fischer, 1982).

2.4.2. Función del Apoplasto

El apoplasto es un término usado para representar al conjunto de poderes celulares y espacios intercelulares de toda la planta.

Está constituido por las células muertas que rodean y contienen al simplasto; se interponen entre el simplasto vivo y el medio externo. Todas las sustancias que entran en la planta deben atravesar el apoplasto para ejercer su acción tóxica en el simplasto.

2.4.3. Translocación al sitio de acción

Una vez que el herbicida ha entrado en la planta debe avanzar hasta llegar a un punto metabólico crítico y desbaratar procesos vegetales de importancia.

La traslocación es el movimiento o traslado del herbicida dentro de la planta, desde el lugar de absorción hasta los sitios donde ejerce su acción (Rodríguez, 1984).

La traslocación está ligada al grado de movilidad de los herbicidas que, a la vez, puede incrementar o disminuir debido a determinados procesos que tienen lugar en la planta. Así, algunos herbicidas pueden combinarse con sustancias del vegetal, originando compuestos más móviles que el herbicida sólo.

La traslocación de los herbicidas puede hacerse a través de tres vías distintas: por el floema, por el xilema y por los espacios intercelulares (Mársico, 1980).

2.4.3.1. Traslocación del 2,4-D-Amina

Los herbicidas de caracteres análogos a las hormonas, aplicados a las hojas, se movilizan en unión de las sustancias nutritivas por el floema. Por tanto, en lugar de moverse dentro de las hojas y concentrarse en ellas, estos productos salen de las hojas donde se sintetizan los alimentos y tienden a concentrarse en regiones de la planta donde estos alimentos se utilizan activamente. Quiere esto decir que el 2,4-D y los productos similares, cuando se aplican a plantas en crecimiento activo, se acumulan en los meristemos, donde pueden ejercer la máxima acción tóxica. Esto significa que no es necesario, como en los dinitrofenoles y aceites selectivos, cubrir de un modo total y uniforme toda la superficie de la hoja, sino que basta aplicar algunas gotas o particular bien distribuidas sobre la superficie de las hojas para destruir todas las yemas que podrían regenerar la planta. Esta es la clave de la posibilidad de aplicar volúmenes reducidos de 2,4-D en polvo o en solución. (Moyeda, 1971).

Experimentos recientes indican que el movimiento del 2,4-D en la planta es rápido. Mientras que pueden ser necesarias de una a dos horas para que el producto penetre a

través de la cutícula y se mueva en el mesófilo, una vez que llega al floema puede trasladarse a una velocidad de 10 a 120 centímetros por hora. (Salisbury 1978).

La velocidad del movimiento del 2,4-D no depende de su concentración, sino más bien de la velocidad del movimiento de las sustancias nutritivas (Crafts, et al, 1961). La traslocación puede producirse a partir de hojas colocadas en la oscuridad siempre que contengan reservas de almidón o estén provistas de azúcar. No influye en la traslocación la forma molecular del 2,4-D aplicado con tal que pueda atravesar la cutícula y moverse por el floema. La traslocalización del 2,4-D a partir de hojas sin hidratos de carbono puede provocarse con un tratamiento de azúcar, sin que al parecer tenga importancia la clase de azúcar empleada (Weintraub y Brown, 1950).

Muchos factores biofísicos y bioquímicos complejos y que a menudo actúan reciprocamente dentro de la planta, constituyen barreras para la traslocación del herbicida. El herbicida que quizás no llegue a un punto de acción, debido a deficiente penetración secundaria de las paredes celulares o de las membranas protoplásmicas, pueden absorberlo tejidos vegetales a lo largo de la vía de avance. En el camino puede quedar destoxificado por las enzimas de la planta. (Crafts, et al, 1961).

En algunos casos, la destoxificación también puede constituir un mecanismo de selectividad. Por ejemplo, el simazín se acumula hasta niveles tóxicos en plantas susceptibles, pero no llega a acumularse hasta el nivel letal en el maíz, puesto que pronto queda metabolizado antes de que llegue al punto de acción de los tejidos fotosintetizadores. (Day, 1950).

La alta toxicidad puede obstaculizar la traslocación impidiendo así que un herbicida llegue a un punto de acción. Por ejemplo, los herbicidas foliares muy tóxicos destruyen células del floema con tanta rapidez que se impide la traslocación hasta puntos metabólicos activos. El uso eficaz de herbicidas fenoxi depende de que se mantengan vivas las células del floema. La aplicación de cantidades excesivas de estos herbicidas ocasionará la muerte o la inmovilización de estas células y que cese la traslocación a partes subterráneas. Aunque quizás mueran las partes aéreas, la planta retoña pronto. (Rodríguez, 1984).

En los estudios de (Day, 1950), utilizando la prueba de frijol, para determinar la traslocación del 2,4-D, una dosis dada, aplicada en una sola gota en el nervio central, resultó más eficaz que la misma dosis aplicada en varias gotitas diseminadas sobre la superficie de la hoja (Puente, 1982).

2.5. Mecanismo de acción del herbicida 2,4-D-Amina.

Comprende el estudio de los procesos y reacciones que provocan profundas alteraciones y/o la muerte de las plantas.

2.5.1. Sintomatología.

Todos los herbicidas tienen selectividad relativa, es decir, es selectivo bajo ciertas condiciones y en determinadas dosis. La aplicación de determinadas sobredosis del producto, por ejemplo ocasionaría daño al cultivo, por lo que los síntomas de toxicidad del

herbicida en los cultivos de gramíneas los determina el modo de actuar del producto (Galaviz, 1985).

Los síntomas más característicos de toxicidad causados por los herbicidas fenólicos son los siguientes:

- Clorosis: o sea el amarillamiento debido a la ausencia de clorofila.
- Necrosis: es la muerte parcial de los tejidos o total de la planta.
- Enchinamiento: se produce en todas las hojas.
- Reducción en la población del cultivo.
- Efectos násticos: el mayor crecimiento de las hojas.
- Torceduras: se presenta en los seudotallos de maíz en las primeras etapas de crecimiento.

Los cambios bioquímicos y metabólicos que se reporta, son inducidos por los fenoxis en plantas son muy numerosos, muchos de los cuales son de naturaleza secundaria y terciaria. El metabolismo del ácido nucleico y aspectos metabólicos de la plasticidad de la membrana celular parecen ser los sitios primarios de acción de los herbicidas fenoxis. (Casados, 1987).

Los efectos primarios por bajos niveles de 2 4-D sobre síntesis de ácidos nucleicos parecen ser la estimulación del RNA polimerasa, asimismo estimula al RNA y a la síntesis de proteínas. Los bajos niveles del 2 4-D por consiguiente inducen alargamiento celular por incrementar la actividad de la autolítica y síntesis de enzimas responsables de la pérdida de la pared celular y síntesis de nuevo material. La presión de turgencia *per-se* es la causa del alargamiento normal de células.

El sistema de control endógeno de AIA que mantiene el crecimiento balanceado no es efectivo para el 2 4-D por lo cual el estímulo anormal de estos procesos por bajos niveles del 2 4-D ocasiona un crecimiento descontrolado, altos niveles del herbicida inhiben estos procesos y en sí el crecimiento. (Galaviz, 1985).

Esos herbicidas causan diferenciación e iniciación de la división celular en células maduras e inhiben esta división en meristemos primarios, la actividad del *cambium* es estimulada con una proliferación de células. Un número de cambios ultraestructurales en las plantas tratadas con 2 4-D y probablemente con cualquier herbicida fenoxi incrementan la formación de etileno. (Fischer, 1979).

Algunas de las respuestas antes mencionadas, pueden ser causadas por el etileno, no obstante el etileno no se considera que sea el factor letal, las respuestas diferenciales aparentes del 2 4-D, esto es, estimulación contra inhibición de la división celular pueden deberse a las diferentes concentraciones de las auxinas en la célula, esto es bajos niveles estimulan y altos niveles inhiben, aunque esto varía dependiendo del tipo de células que se trate ya sea madura o meristemáticamente. (Casados, 1987).

2.5.2. Limitación de las funciones vitales de la planta

Los herbicidas de contacto producen el debilitamiento y la desorganización de las membranas celulares. Son de toxicidad aguda, es decir que destruyen rápidamente las células y los tejidos de los órganos vegetales sobre los que se aplican.

Los herbicidas translocables o sistemáticos actúan en zonas alejadas del lugar de aplicación, interfiriendo con el funcionamiento de los procesos fisiológicos y metabólicos. Producen toxicidad crónica, es decir que son de acción lenta y la muerte de las plantas tratadas tiene lugar después de varios días o semanas y hasta meses (Mársico, 1980).

Los herbicidas translocables alteran determinados procesos fisiológicos y metabólicos, los que se indican a continuación:

- a) División celular: Inhiben la mitosis en alguna de sus fases; impiden la formación de la membrana que separa a las dos células, resultando en células anormales polinucleadas.
- b) Desarrollo de tejidos: modifican determinados tejidos, provocando malformaciones; cuando éstas ocurren en los tejidos conductores como el xilema y floema, se altera la normal distribución de los nutrientes que por ellos circulan.
- c) Clorofila y plástidos: alteran la formación de clorofila o de plástidos; las partes afectadas se ponen cloróticas o blancas.

d) **Fotosíntesis:** inhiben o bloquean algunos de los pasos que integran el proceso en que la energía luminosa se transforma en energía química.

e) **Respiración:** Interfieren en el proceso, utilizando la energía liberada.

f) **Metabolismo del nitrógeno:** afectan la síntesis del ácido nucleico, mediante el estímulo o la inhibición de la actividad enzimática.

g) **Efectos en las enzimas:** al igual que en el caso del metabolismo del nitrógeno, se supone que pueden producir otros efectos de inhibición en la actividad enzimática, que conducen a serias anomalías y hasta la muerte de las plantas. (Rodríguez, 1984).

Como consecuencia de la acción de los herbicidas a nivel celular las plantas sufren alteraciones anatómicas y morfológicas más o menos profundas.

Las anomalías morfológicas que se observan están directamente relacionadas con el herbicida usado, la dosis aplicada, la especie vegetal y su estado de desarrollo.

En general, los herbicidas translocables producen anomalías morfológicas más intensas que los de contacto. A la vez, los productos de acción hormonal, como el 2,4-D, el 2,4,5-T y el picloram, provocan efectos característicos, tanto en las malezas como en los cultivos susceptibles.

Los efectos provocados por estos productos se observan en todos los órganos del vegetal, es decir raíz, tallo, hojas, flor, fruto y semilla (Sheets, 1970).

Raiz

Normalmente, la acción de los fenóxicos provoca la detención en el crecimiento del eje principal, que se acorta y se engrosan, y la proliferación de raíces secundarias. A veces las raíces laterales están tan próximas entre sí, que se fusionan y toman un aspecto laminar.

En ciertos casos los efectos se traducen en engrosamientos localizados y en la aparición de tumores.

Cuando el herbicida está presente en el suelo, los efectos suelen observarse en las raíces de la plántula poco después de la germinación (Agundis, 1980)

Tallo

Las anomalías en el tallo dependen de su estado de desarrollo en el momento del tratamiento; se observan no solo en el tallo sino también en las estructuras morfológicamente similares, como el pecíolo de las hojas y los ejes de los órganos florales. (Craft, 1956).

El crecimiento irregular de las células, que a veces se produce en una sola dirección, origina curvaturas y retorcimientos de tallos y pecíolos. Las curvaturas pueden ser epinásticas o hiponásticas; a veces son alternas y los pecíolos y los tallos quedan ondulados. (Galaviz, 1985).

En los tallos jóvenes suele producirse un crecimiento lateral de las células y una reducción en el crecimiento longitudinal; los tallos se acortan y se engrosan. Otras veces la acción estimula la división celular en determinadas zonas y esta multiplicación de células da origen a la formación de agallas y tumores que desorganizan a los tejidos. (Sargent, 1965).

Otra reacción observada en los tallos es la producción de raíces adventicias, generalmente en los nudos inferiores; en los rizomas y tubérculos suelen producirse anomalías similares a las comentadas para los tallos aéreos (Mársico, 1980).

Hoja

Los efectos se observan principalmente en las hojas jóvenes, a partir de las yemas que están desarrollándose. Generalmente se produce un cambio de color y un rápido marchitamiento.

En el peciolo se producen curvaturas epinásticas o hiponásticas ya mencionadas anteriormente.

En la lámina foliar generalmente hay una reducción en el tamaño y un cambio en la forma. Muchas veces se detiene el crecimiento del mesófilo, sin afectarse las nervaduras muy próximas entre sí y en casos extremos toma aspecto de un filamento. Otras veces se detiene el crecimiento de las nervaduras pero sigue creciendo el mesófilo, que en consecuencia toma un aspecto encrespado muy particular (Puente, 1982).

2.5.3. Degradación

Los herbicidas aplicados para el combate de malezas llegan al suelo directa o indirectamente, en donde permanecen por tiempo variable, dependiendo de diferentes factores como son: características fisicoquímicas del suelo, condiciones climáticas prevaletentes, características fisiológicas de las plantas, entre otras. (Deroux y Gostinchar, 1976).

La reducción o pérdida de un herbicida en el suelo se clasifica de tres formas, descomposición, inactivación o desaparición (Agundis, 1980).

La descomposición, se refiere a los cambios en la estructura molecular de un herbicida a productos poco o no fitotóxicos, mientras que la inactivación implica que la molécula del herbicida está bloqueada para ejercer su efecto tóxico, asimismo, la desaparición involucra la pérdida de las moléculas de herbicidas de las capas del suelo usualmente aprovechables. (Barbara, 1976).

2.5.3.1. Volatilización

Algunos herbicidas de presión alta, pueden volatizarse rápidamente si no son incorporados oportunamente en el suelo mediante algunas prácticas culturales. (Hartley, 1964).

En este contexto, toda sustancia orgánica es volátil en algún grado, dependiendo de su presión de vapor, estado físico en que se encuentra, y la temperatura prevaletente.

Los herbicidas pueden evaporar hacia la atmósfera en forma de gases, los cuales pueden ser tóxicos o no tóxicos a las plantas, en el caso de los vapores del 2,4-D Amina y productos afines pueden ser arrastrados a distancias considerables del punto de aplicación y causar daños de importancia económica a cultivos susceptibles como algodón, cártamo, frijol, tomate y la mayoría de las hortalizas (Galaviz, 1985).

La volatilidad de estos herbicidas pueden desempeñar un papel de gran importancia en su desaparición del suelo. En otros herbicidas, de presión de vapor bajo, este mecanismo constituye a su desaparición en menor grado, pero por mayor tiempo.

2.5.3.2. Fotodescomposición

La descomposición de los herbicidas por medio de luz solar, es otra de las formas que reducen la persistencia de un medio dado. Las propiedades químicas y físicas de los herbicidas, su estado físico, catalizadores, las fuentes de luz y su intensidad, regulan el grado de descomposición de un herbicida.

En ese sentido, el espectro de luz ultravioleta es el que se considera responsable de la fotodescomposición de los herbicidas.

La mayoría de las investigaciones sobre descomposición de los herbicidas por luz ultravioleta, han sido obtenidas bajo condiciones de laboratorio bajo condiciones controladas. Sin embargo, bajo condiciones de campo es difícil demostrar la fotodescomposición de herbicidas. Esto se debe a la serie de factores que actúan sobre

ellos, sobre todo cuando se ponen en contacto con el suelo, tales como: volatilidad, adsorción, percolación, metabolismo por plantas y microorganismos.

Cabe hacer mención, que la acción de la luz en la descomposición de los herbicidas puede o no ser de importancia significativa. Sin embargo, en forma indirecta puede favorecer a la desaparición de un herbicida mediante la ruptura de la estructura química de un producto químico resistente a la descomposición y consecuentemente facilitarla posteriormente (Crosby, 1969).

2.4. Antecedentes históricos del herbicida 2 4 D-Amina

Los colaboradores del Instituto Boyce Thompson para el estudio de las plantas, en Estados Unidos, al investigar las hormonas de los vegetales, descubrieron que el ácido 2 4-D diclorofenoxiacético (conocido ahora como 2 4-D), estimulaba los procesos fisiológicos en las plantas cuando se aplicaba en concentraciones extremadamente bajas. (Other-Kirt, 1960).

Otros investigadores en Estados Unidos e Inglaterra descubrieron que este compuesto y otros afines eran muy tóxicos para la mayor parte de las plantas de hoja ancha cuando se aplicaban concentraciones ligeramente más altas. Este descubrimiento ha sido de suma importancia para la agricultura, puesto que se encontró que el 2 4-D carecía prácticamente de actividad sobre las plantas de hoja estrecha o monocotiledóneas, como las gramíneas y entre ellas los cereales.

El descubrimiento del 2 4-D fue anunciado durante la Segunda Guerra Mundial; pero la producción industrial no dio comienzo hasta 1945. (Other-Kirt, 1960).

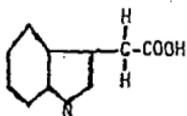
Asimismo, la existencia de determinadas sustancias que regulan los distintos procesos fisiológicos, eran ya sospechadas desde más de un siglo atrás. Sin embargo, no fue sino hasta 1926 cuando F.W. Went en Holanda, evidenció su existencia, más tarde en 1931 Koegl y Haagen Smit, aislaron las denominadas hormonas "auxinas", inductoras del crecimiento y otros fenómenos, estos mismos investigadores comprobaron que el ácido Indolacético (AIA), tenía iguales respuestas que las "auxinas" y denominaron a dicho ácido como heteroauxina. En la actualidad existe equidad entre las auxinas y el ácido indolacético (Barbera, 1976).

Durante 1942, los investigadores norteamericanos, P. W. Zimmerman y A. E. Hitchcock, descubrieron la aplicación del 2 4 D Amina como regulador de crecimiento.

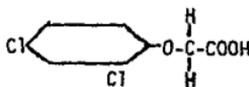
Cabe hacer mención, que el 2 4-D Amina anteriormente tenía un uso exclusivo como regulador del crecimiento, sin embargo, de manera oficial, en 1944, P. C. Marth y J. W. Mitchell informan sobre sus propiedades como herbicida selectivo (Detroux y Gostinchar, 1976).

2.5. Afinidades del herbicida 2,4-D Amina y el ácido Indol-3-acético.

Las fórmulas estructurales del ácido indol-3-acético y del 2,4-D-Amina son las siguientes:



Acido indolacético.



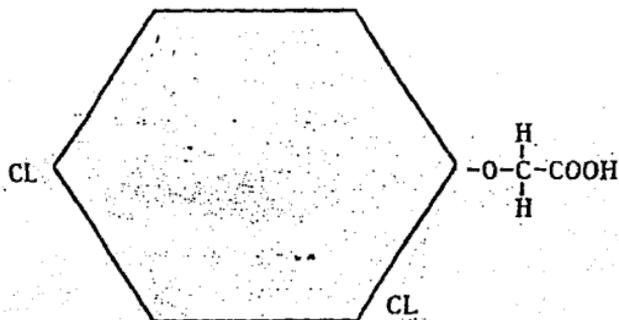
Acido 2,4-diclorofenoxiacético.

(Figura 1)

Estas fórmulas muestran que el ácido indol-3-acético y del 2,4-D-Amina tienen algunos caracteres comunes. Ambos poseen una estructura en anillo unida a un carbono *alfa* contiguo a un carboxilo, y ambos poseen el anillo del benceno. Difieren en que el radical CH_2COOH del ácido indol-3-acético está unido al anillo del benceno mediante un anillo del indol, mientras que el 2,4-D-Amina dicho radical está unido mediante un oxígeno. (Galaviz, 1985).

El ácido indol-3-acético y del 2,4-D-Amina, se asemejan fisiológicamente en que ambos se mueven dentro de la planta, afectan el crecimiento y ejercen algún efecto en el ciclo respiratorio. Se diferencian en que el ácido indol-3-acético ejerce una menor acción destructora que el 2,4-D-Amina. (Ray, 1980).

2.6. Descripción del herbicida 2 4-D Amina



ácido 2,4-diclorofenoxiacético.

(Figura 2)

El 2 4-D Amina posee una estructura en anillo, unido a un carbono *alfa* contiguo a un carboxilo, tiene dos moléculas de cloro en las posiciones 2 y 4 del anillo, que han sido derivadas de su nombre químico: Ácido 2 4 Diclorofenoxiacético (figura 1).

1. Nombre común: 2 4-D Amina.
- 2.- Nombres comerciales: Agar cross 2 4-D, hierbamina 40, Archicida 2 4-D.
- 3.- Nomenclatura química: Ácido 2 4 D Diclorofenoxiacético.
- 4.- Fórmula molecular: C₈H₆Cl₂O₃.

5.- Propiedades físicas: sólido, en forma de polvo blanco, cristalino, con ligero olor fenólico, punto de fusión 138-142°C solubilidad en agua a 20°C: 620ppm; soluble en acetona y alcohol etílico.

6.- Datos toxicológicos: DL50 oral aguda ratas entre 700 y 1000 mg/kg. Los estudios de toxicidad crónica señalan que ratas alimentadas durante 2 años con 1.250 ppm en la dieta, no evidenciaron efectos tóxicos. Tiene baja toxicidad dermal y por inhalación; algunas formulaciones pueden provocar irritaciones en la piel.

Es poco tóxico para las abejas y animales silvestres, no ofreciendo riesgos en las condiciones normales de empleo.

7.- Formulaciones: pueden 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.

Las aminas se presentan como líquidos solubles en agua y en forma de dimetilamina, trimetilamina, dietilamina y trietilamina. La sal sódica es un polvo soluble en agua, pero la disolución es lenta y trabajosa, por lo cual se abandonó su empleo.

Los ésteres penetran rápidamente en las hojas, de modo que una lluvia pocas horas después de la aplicación no reduce su efectividad; en las aminas en la sal sódica, en cambio debe preverse que no ocurran lluvias hasta 24 horas después de la aplicación.

para evitar su lavado. Los ésteres son más activos y más fitotóxicos que las sales, tanto para las malezas como para los cultivos (Mársico, 1980).

III. MATERIALES Y METODOS

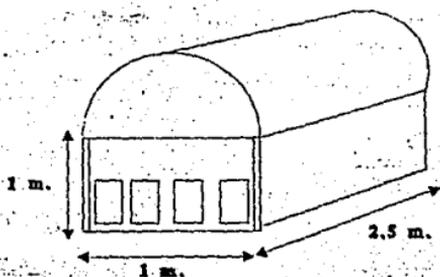
3.1 Localización

El experimento se estableció en un microinvernadero, ubicado en el Vivero Municipal "Central", del municipio de Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México.

3.2 Material utilizado

Se utilizó bolsas de polietileno de color negro, con capacidad para 2 Kg., requiriendo un total de 108 bolsas, las cuales fueron llenadas con 2 Kg. de suelo, previamente mezclado con hojarasca, arcilla y arena.

Asimismo, se diseñó un microinvernadero con las siguientes características: 1m. de ancho, 2.5m. de largo y 1.10m. de alto. Las estructuras utilizadas fueron de madera y cubierto con polietileno transparente. (Figura 3).



(Figura 3)

3.3 Material Genético

El material genético fue proporcionado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), evaluando tres progenitores del híbrido de maíz H-137; M36XM37, M-37 y M-18.

3.4 Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental Factorial 3X3X3, con un arreglo Completamente al Azar, con 27 tratamientos, cuatro repeticiones, y 108 unidades experimentales.

TRATAMIENTO	GENOTIPO	APLICACION DEL HERBICIDA	DOSIS DEL HERBICIDA
1	H-37	Primera 5 días después de germinar	BAJA 2,5 ml/lit. Agua
2	H-37	Primera 5 días después de germinar	MEDIANA 5 ml/lit. Agua
3	H-37	Primera 5 días después de germinar	ALTA 7,5 ml/lit. Agua
4	H-37	Segunda 10 días después de germinar	BAJA 2,5 ml/lit. Agua
5	H-37	Segunda 10 días después de germinar	MEDIANA 5 ml/lit. Agua
6	H-37	Segunda 10 días después de germinar	ALTA 7,5 ml/lit. Agua
7	H-37	Tercera 15 días después de germinar	BAJA 2,5 ml/lit. Agua
8	H-37	Tercera 15 días después de germinar	MEDIANA 5 ml/lit. Agua
9	H-37	Tercera 15 días después de germinar	ALTA 7,5 ml/lit. Agua
10	H-18	Primera 5 días después de germinar	BAJA 2,5 ml/lit. Agua
11	H-18	Primera 5 días después de germinar	MEDIANA 5 ml/lit. Agua
12	H-18	Primera 5 días después de germinar	ALTA 7,5 ml/lit. Agua
13	H-18	Segunda 10 días después de germinar	BAJA 2,5 ml/lit. Agua
14	H-18	Segunda 10 días después de germinar	MEDIANA 5 ml/lit. Agua
15	H-18	Segunda 10 días después de germinar	ALTA 7,5 ml/lit. Agua
16	H-18	Tercera 15 días después de germinar	BAJA 2,5 ml/lit. Agua
17	H-18	Tercera 15 días después de germinar	MEDIANA 5 ml/lit. Agua
18	H-18	Tercera 15 días después de germinar	ALTA 7,5 ml/lit. Agua
19	M-36X37	Primera 5 días después de germinar	BAJA 2,5 ml/lit. Agua
20	M-36X37	Primera 5 días después de germinar	MEDIANA 5 ml/lit. Agua
21	M-36X37	Primera 5 días después de germinar	ALTA 7,5 ml/lit. Agua
22	M-36X37	Segunda 10 días después de germinar	BAJA 2,5 ml/lit. Agua
23	M-36X37	Segunda 10 días después de germinar	MEDIANA 5 ml/lit. Agua
24	M-36X37	Segunda 10 días después de germinar	ALTA 7,5 ml/lit. Agua
25	M-36X37	Tercera 15 días después de germinar	BAJA 2,5 ml/lit. Agua
26	M-36X37	Tercera 15 días después de germinar	MEDIANA 5 ml/lit. Agua
27	M-36X37	Tercera 15 días después de germinar	ALTA 7,5 ml/lit. Agua

(Figura 4)

3.5 Manejo Agronómico

Siembra

Esta se realizó en forma manual, colocando 2 semillas en cada bolsa de polietileno negro, con una profundidad de 5 centímetros, para obtener un total 140 semillas sembradas. Incluyendo los tres progenitores utilizados para el experimento.

Riegos

Para garantizar una buena germinación, se dio un riego inmediatamente después de haber sembrado, requiriéndose para tal fin una regadera manual.

Posteriormente, se dieron riegos cada dos o tres días dependiendo de la humedad del sustrato.

Aplicación del Herbicida 2 4-D Amina

La primera aplicación del herbicida fue efectuada 5 días después de la emergencia, y se realizó mediante las conversiones adecuadas (1 lt. herbicida/200 lts agua/ ha.); dosis baja, 2.5 ml/lt de agua; dosis media, 5 ml/lt de agua; dosis alta 7.5 ml/lt de agua. Requiriéndose para tal fin un aspersor manual previamente calibrado.

Posteriormente, la segunda aplicación se efectuó a los diez días después de la emergencia.

Finalmente, la tercera aplicación fue hecha 15 días después de la emergencia.

Corte de plántula

Esta se hizo en forma manual, 40 días después de la emergencia, y se realizó en un sólo día.

3.6 Variables Evaluadas

Dentro del diseño experimental se evaluaron 9 variables, incluyendo el efecto tóxico y la velocidad de germinación, siendo la variable principal, la acumulación de materia seca tanto de la parte aérea como de la raíz.

Velocidad de Emergencia

Este parámetro se obtuvo durante la primera días de emergencia, determinando el número de plantas por día, hasta que el número de plántulas fue constante, requiriéndose el método de Copeland (1976).

no. de plántulas emergidas (1er. conteo)

+ ... días al primer conteo

Índice de vigor =

...+ no. plántulas emergidas (último

conteo) días al último conteo

Longitud de tallo

Para este fin, se requirió de una regla graduada midiendo desde el punto de inserción de las raíces, hasta la base del inicio de las hojas, y se realizó durante el corte de la plántula.

Longitud de Raíz

De igual forma, este parámetro se obtuvo durante el corte de la plántula teniendo cuidado en no lastimar la raíz durante su extracción, efectuando la medición desde el punto de inserción del tallo, hasta la parte final de la raíz.

Número de Hojas

Este componente del rendimiento, se obtuvo al igual que los parámetros anteriores, durante la etapa de corte. Cabe hacer mención, que las hojas primerizas o viejas no fueron incluidas para la cuantificación de este dato.

Peso Fresco Parte Aérea

Para este parámetro, posteriormente al corte, se procedió a pesar el material mediante el apoyo de una báscula granataria, la cual previamente fue calibrada.

Peso Fresco Raíz

Paralelamente, al peso fresco de la parte aérea se procedió a realizar el mismo proceso, utilizando los mismos materiales para la determinación del peso fresco de la raíz.

Peso Seco Parte Aérea

Este dato fue obtenido después de haber deshidratado el material fresco, mediante el apoyo de una cámara de secado, en donde se introdujo el material, previamente clasificado, para posteriormente mediante la utilización de una balanza granataria se determinó el peso de la materia seca.

Peso Seco Raíz

De manera similar, se procedió a obtener el parámetro de peso seco de Raíz, utilizando el mismo procedimiento que el anterior dato.

Efecto de Toxicidad

Se tomó mediante la apreciación visual, tomado datos a partir de la germinación, hasta el día del corte de plántula, para este propósito se sustentó en una escala de observaciones previamente definida:

ESCALA DE OBSERVACIONES

OBSERVACIONES	ESCALA
- Desarrollo Normal del Cultivo	1
- Enchinamiento de hojas perceptible	2
- Erección de hojas perceptible	3
- Enchinamiento, erección de hojas	4
- Enchinamiento, erección y crecimiento anormal notable	5

(Cuadro 1)

3.7 Análisis Estadístico

En el experimento se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias por el método de Tukey, de cada una de las variables evaluadas.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis de varianza para los diferentes factores de variación

En el Cuadro 1, se puede observar los cuadrados medios y la significancia de cada una de las variables en estudio.

CUADRO NÚMERO 1. SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LAS VARIABLES EVALUADAS DE PROGENITUROS DE MAÍZ: N-37, N-12 Y N-352N-37

VARIABLES	COEFICIENTES DE VARIACIÓN	GENOTIPOS	ÉPOCAS	EFECTOS DE INTERACCIÓN	REPÉTTICIONES	COEFICIENTES DE VARIACIÓN	EFECTOS DE REPÉTTICIONES	MOEDAS	C.V. (%)
VELOCIDAD DE EMERGENCIA	0.24 NS	27.16 **	0.14 NS	2.16 NS	2.12 NS	1.37 NS	0.56 NS	1.70	23.92
LONGITUD DE TALLO	0.21 NS	0.25 NS	1.11 NS	0.20 NS	0.21 NS	1.41 NS	0.05 NS	17.27	16.21
LONGITUD DE RAÍZ	1.24 NS	0.73 NS	1.27 NS	0.20 NS	0.21 NS	0.12 NS	1.57 NS	1.26	12.42
NÚMERO DE HOJAS	1.16 NS	0.28 NS	1.27 NS	0.25 NS	1.21 NS	1.40 NS	0.05 NS	6.27	13.55
PESO SECO PARTE AÉREA	0.20 NS	0.21 *	0.21 *	0.21 NS	0.21 NS	0.21 NS	0.21 NS	7.37	22.31
PESO SECO RAÍZ	0.21 NS	0.22 **	0.21 *	0.21 NS	0.21 NS	0.21 NS	0.22 NS	1.75	17.24
PESO FRESCO PARTE AÉREA	0.24 NS	0.22 **	0.21 *	0.21 NS	0.21 NS	0.21 NS	0.21 NS	0.24	21.43
PESO FRESCO RAÍZ	0.26 NS	0.25 *	0.27 NS	0.21 NS	0.21 NS	0.21 NS	0.25 NS	0.26	21.43
EFFECTO DE INTERACCIÓN	1.22 NS	20.05 **	20.01 **	15.02 **	21.31 **	0.21 **	2.41 NS	0.16	22.03

** DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS
* DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS
NS NO SIGNIFICATIVAS

Para el factor de variación genotipos, las variables: velocidad de emergencia, longitud de tallo, longitud de raíz, número de hojas, peso fresco raíz, peso seco parte aérea y efecto tóxico, presentaron diferencias altamente significativas, exceptuando el peso fresco de la parte aérea y el peso seco de la raíz, que sólo presentaron significancia al nivel de 0.05 de probabilidad y las variables longitud de tallo, longitud de raíz y número de hojas no hubo significancia.

Asimismo, en segundo término se puede constatar que para el factor de variación épocas de aplicación sólo en tres variables mostraron diferencias significativas: peso fresco parte

aérea, peso seco parte aérea y efecto de toxicidad, siendo esta última la que presentó diferencias altamente significativas.

Por otra parte, en las repeticiones no se observó diferencias significativas, lo que refleja la aceptable uniformidad de condiciones bajo las cuales se condujo el experimento.

Para todos los factores de variación, es decir, épocas de aplicación, dosis de aplicación, genotipos, interacciones genotipos por época de aplicación, genotipos por dosis de aplicación y dosis de aplicación por épocas de aplicación, se detectó significancia estadísticamente significativa al nivel 0.05 de probabilidad, para la variable efecto de toxicidad, lo cual resulta de trascendencia en este experimento.

Asimismo, en aquellas variables donde no hubo significancia, se debe quizás a la propia naturaleza de estas variables.

Por otro lado, los coeficientes de variación oscilaron entre el 16.01% (longitud de tallo), hasta 47.88% (peso fresco raíz). Para el caso de la variable velocidad de emergencia, el parámetro fue de 23.92%, en cambio para el efecto de toxicidad el coeficiente de variación fue de 22.03, valor que se considera aceptable en este tipo de experimentos.

4.2 Comparación de medias

4.2.1. Genotipos

En el Cuadro 2, se puede observar que para el factor de variación genotipos, la prueba de comparación de medias evidenció que en la variable velocidad de emergencia existieron diferencias altamente significativas en los tres genotipos en estudio. El genotipo M-37 se diferenció de los otros dos, por una mayor velocidad de emergencia (4.42), quedando en segundo y tercer término el M-36XM-37 (3.78) y el M-18 (2.89), respectivamente.

CUADRO 2.

COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA DIFERENTES TRATAMIENTOS EN LOS GENOTIPOS EN ESTUDIO										
FACTORES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL										
GENOTIPOS	VELOCIDAD DE EMERGENCIA			Nº DE PLANTAS	PROMEDIOS		DEVIACIONES ESTÁNDAR		DIFERENCIAS	
	VELOCIDAD DE EMERGENCIA	VELOCIDAD DE EMERGENCIA	VELOCIDAD DE EMERGENCIA		PROMEDIOS	DEVIACIONES ESTÁNDAR	DIFERENCIAS	DIFERENCIAS	DIFERENCIAS	DIFERENCIAS
M-37	4.42 A	15.00 A	0.70 B	1.00 A	2.16 AB	1.70 B	1.00 A	1.00 B	1.00 A	1.00 A
M-18	3.09 A	16.89 A	0.70 A	0.20 A	2.01 B	1.74 B	1.77 B	1.19 B	1.00 B	1.00 B
M-36XM-37	3.78 A	17.77 A	0.80 A	0.50 A	2.20 A	2.31 B	1.36 A	1.35 A	1.00 B	1.00 B

PROCEDIMIENTO CON LA MISMA LETRA PARA VARIABLES DIFERENTES SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES.

El comportamiento de la variable efecto tóxico observó diferencias altamente significativas en los tres genotipos en estudio, ponderando el genotipo M-37 con una mayor respuesta respecto a los otros materiales en estudio, seguido, en orden de importancia, el M-36xM-37 y M-18, lo anterior reviste importancia, en virtud de que el M-37 aun cuando es una línea denotó una mayor velocidad de emergencia y presenta menos efecto de toxicidad en relación a (M-36xM-37), y a la otra línea M-18.

Cabe hacer mención, que debido a que la aplicación del herbicida fue postemergente, el parámetro velocidad de emergencia, sólo sirvió para determinar la capacidad de vigor de los tres progenitores de híbridos de maíz.

Asimismo, se pudo determinar que en la variables peso fresco parte aérea, existieron diferencias significativas, notándose una ligera ventaja en el genotipo M-36XM-37, respecto a los otros dos en estudio.

Por otro lado, la variable peso fresco raíz denotó diferencias altamente significativas, destacando el genotipo M-36XM-37, con una diferencia mayor de un dígito (2.81), por 1.73 y 1.64 que mostraron los genotipos M-37 y M-18, respectivamente.

En otro renglón, la variable peso seco parte aérea mostró diferencias significativas, sobresaliendo el genotipo M-36XM-37, con una ventaja no muy acentuada en relación con los demás genotipos.

De igual forma, la variable peso seco raíz obtuvo diferencias significativas, sobresaliendo el genotipo M-36XM-37, en relación con los otros en estudio, teniendo los genotipos M-37 y M-18 en segundo orden de importancia.

Lo anterior, supone que la cruce simple M-36XM-37, se constituyó como el genotipo que mayor acumulación de materia seca presentó tanto en la parte aérea como en la raíz, lo que es congruente debido a que en el análisis estadístico fue uno de los genotipos que presentaron menor influencia tóxica.

En consecuencia, el genotipo M-37 resultó ser el que mas significancia presentó al efecto de toxicidad, reflejandose en la acumulación de materia seca, en donde obtuvo poca significancia estadística, respecto a los otros genotipos M-36XM-37 y M-18.

4.2.2. Epocas de Aplicación

En el Cuadro 3, se puede observar que para el factor de variación épocas de aplicación, sólo existieron diferencias en las variables; peso fresco parte aérea y efecto tóxico, lo que refleja la poca influencia de este parámetro en las diferentes variables en estudio.

CUADRO 3.

COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA DIFERENTES VARIABLES DE LAS EPocas DE APLICACIÓN EN ESTUDIO									
FACTORES DE VARIACIÓN	VARIABLES								
EPocas de APLICACIÓN	DEL. EMERGENTE	LONGITUD DE TALLO	LONGITUD DE RAIZ	No. de HOJAS	PESO FRESCO P. AEREA	PESO FRESCO P. SECO	PESO SECO P. AEREA	PESO SECO P. RAIZ	EFFECTO DE TOXICIDAD
	g.	cm.	cm.		g.	g.	g.	g.	
5 DIAS	0.66 A	117.24 A	6.52 A	6.22 A	6.54 A	1.75 A	.75 A	.19 A	1.67 C
10 DIAS	0.70 A	118.22 A	6.50 A	6.20 A	7.66 AB	1.95 A	.58 A	.21 A	2.25 B
15 DIAS	0.75 A	118.43 A	6.76 A	6.32 A	7.91 A	2.03 A	.69 A	.21 A	2.11 A

SECOMEDIC CON LA MISMA LETRA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES TOMAR $\alpha=0.05$

En este contexto, la prueba de comparación de medias evidenció que en la variable peso fresco parte aérea, se observan diferencias significativas, notandose una ligera ventaja en la segunda aplicación (10 días después de la emergencia), respecto a las otras dos aplicaciones en estudio.

Asimismo, la comparación de medias de la variable efecto tóxico mostró diferencias altamente significativas, destacando la tercer época de aplicación (15 días después de la emergencia), lo que propicia un mayor efecto sobre la expresión de los genotipos empleados en relación con las otras dos aplicaciones en estudio. 10 y 5 días después de la emergencia, respectivamente.

4.2.3. Dosis de Aplicación

En el Cuadro 4, se puede observar que para el factor de variación dosis de aplicación, existieron diferencias altamente significativas en la variable efecto tóxico, lo que supone que en las demás variables no existió influencia en las dosis de aplicación.

CUADRO 4.

COMPARACION DE MEDIAS PARA DIFERENTES VARIABLES DE LAS DOSIS DE APLICACION DE EFECTO

FACTORES DE VARIACION	D O S I S									
DOSIS DE APLICACION	DEL CONJUNTO DE REPLICAS									
BAJA	3.79 A	3.87 A	3.95 A	4.03 A	4.11 A	4.19 A	4.27 A	4.35 A	4.43 A	4.51 A
MEDIANA	4.57 A	4.65 A	4.73 A	4.81 A	4.89 A	4.97 A	5.05 A	5.13 A	5.21 A	5.29 A
ALTA	5.05 A	5.13 A	5.21 A	5.29 A	5.37 A	5.45 A	5.53 A	5.61 A	5.69 A	5.77 A

PROBADO CON LA MISMA LETRA SIN SIGNIFICACIONES DIFERENCIALES ENTRE Dosis

En este sentido, en la prueba de comparación de medias para la variable efecto tóxico, se observan diferencias significativas no muy marcadas, sobresaliendo la tercer dosis de aplicación (alta 7.5 ml/1 lt.), en relación a las otras dos en estudio 2.5 y 5 ml/1 lt., primera y segunda respectivamente, lo que resulta un tanto lógico, toda vez, que a mayor dosis de aplicación ocasiona una mayor respuesta a efectos de toxicidad.

4.2.4. Interacción Genotipo por Época de aplicación

En el cuadro 5, se puede observar que para la interacción Genotipos por Época de Aplicación, la prueba de comparación de medias demostró que no existieron diferencias significativas en ninguna de las variables en estudio, con excepción de la variable efecto tóxico, en donde se evidenció diferencias altamente significativas.

COMPARACION DE MEDIAS PARA DIFERENTES VARIABLES DE LAS INTERACCIONES GENOTIPOS POR EPOCA DE APLICACION										
FACTORES DE VARIACION		VARIABLES								
GENOTIPOS	EPOCA DE APLICACION	VEL. DE EMERGENCIA dias/ener	LONGITUD DE TALLO C.n.	LONGITUD DE RAIZ C.n.	No. DE HOJAS	PESO FCO. P. AEREA gr.	PESO FCO. P. SECO gr.	PESO SECO P. AEREA gr.	PESO SECO RAIZ gr.	EFEITO DE TOXICIDAD
M-37	5 DIAS	4.25 A	17.86 A	8.71 A	6.86 A	6.82 AB	1.74 A	.77 A	.19 A	2.39 AC
M-37	10 DIAS	4.86 A	18.14 A	8.93 A	6.34 A	7.38 AB	1.88 A	.84 A	.28 A	2.63 AB
M-37	15 DIAS	4.88 A	18.35 A	8.84 A	6.16 A	7.58 A	1.85 A	.85 A	.28 A	3.08 AC
M-18	5 DIAS	3.26 AC	17.74 A	8.63 A	6.82 A	6.67 AB	1.69 A	.76 A	.19 A	1.76 BC
M-18	10 DIAS	3.96 AC	18.01 A	8.88 A	6.38 A	7.23 AB	1.86 A	.82 A	.28 A	2.04 B
M-18	15 DIAS	3.32 AC	18.24 A	8.78 A	6.12 A	7.56 A	1.85 A	.83 A	.28 A	2.48 BC
M-36XN-37	5 DIAS	3.78 AB	17.51 A	8.64 A	6.32 A	7.37 A	1.98 A	.86 A	.28 A	1.62 C
M-36XN-37	10 DIAS	3.74 AB	17.78 A	8.79 A	6.68 A	7.93 AB	2.37 A	.92 A	.21 A	1.9 CB
M-36XN-37	15 DIAS	3.79 AB	18.00 A	8.68 A	6.42 A	8.05 A	2.42 A	.93 A	.21 A	2.34 C

PROMEDIOS CON LA MISMA LETRA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES TUKEY -0.05-

En los tres genotipos, la época de aplicación en la cual se presentaron mayores niveles de significancia en la variable efecto de toxicidad, fue a los 15 días, después de la emergencia de plántula, lo que refleja quizás que en esta etapa las plántulas son más sensibles, a problemas de toxicidad.

4.2.5. Interacción Genotipo por Dosis de aplicación

En el cuadro 6, se puede observar que para la interacción Genotipos por Dosis de Aplicación, la prueba de comparación de medias, reflejó que no existieron diferencias

significativas en ninguna de las variables en estudio, sin embargo, la variable efecto tóxico, presentó diferencias altamente significativas, lo que supone que éste parámetro ha mostrado respuesta en cada una de las variaciones del estudio.

COMPARACION DE MEDIAS PARA DIFERENTES VARIABLES DE LAS INTERACCIONES GENOTIPOS POR DOSIS DE APLICACION										
FACTORES DE VARIACION		VARIABLES								
GENOTIPOS	DOSIS DE APLICACION	VEL. DE EMERGENCIA dias/ener	LONGITUD DE TALLO c.n.	LONGITUD DE RAIZ c.n.	No. DE HOJAS	PESO FCO. P. AERER gr.	PESO FCO. P. SECO gr.	PESO SECO P. AERER gr.	PESO SECO RAIZ gr.	EFECTO DE TOXICIDAD
M-37	BAJA	4.16 A	18.15 A	8.81 A	6.14 A	7.21 AB	1.84 BA	.81 BA	.20 BA	2.51 AB
M-37	MEDIANA	4.01 A	17.07 A	8.94 A	6.28 A	7.11 AB	1.73 BA	.80 BA	.20 BA	2.52 AB
M-37	ALTA	4.05 A	18.90 A	8.78 A	6.23 A	7.38 AB	1.75 BA	.81 BA	.21 BA	2.78 A
M-18	BAJA	3.34 CA	18.02 A	8.80 A	7.70 A	7.01 BA	1.79 BA	.80 BA	.20 BA	1.91 B
M-18	MEDIANA	3.25 CA	18.01 A	8.91 A	6.15 A	6.36 BA	1.69 BA	.81 BA	.20 BA	1.93 B
M-18	ALTA	3.39 CA	17.97 A	8.70 A	6.18 A	8.01 AB	1.80 BA	.83 BA	.20 BA	2.19 AB
M-36XM-37	BAJA	3.78 BA	17.97 A	8.78 A	6.40 A	7.76 A	1.30 BA	.90 A	.21 A	1.77 CB
M-36XM-37	MEDIANA	3.69 BA	17.74 A	8.72 A	6.78 A	7.66 A	2.20 BA	.88 A	.21 A	1.03 CB
M-36XM-37	ALTA	3.73 BA	17.40 A	9.69 A	6.71 A	7.94 A	2.39 BA	.92 A	.21 A	2.05 CA

PROMEDIOS CON LA MISMA LETRA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES TUKEY -0.05-

En este contexto, la interacción M-37 y la dosis de aplicación Alta (7.5 ml/ 1 lt), se diferenciaron de las demás interacciones por tener una mayor respuesta, seguido en orden de importancia por los genotipos M-18 y M-36XM-37, lo que supone que a medida que se aumenta la dosis, el efecto tóxico se acentúa más en los genotipos, ligeramente marcado en el genotipo M-37.

4.2.6. Interacción Epoca de Aplicación por Dosis de Aplicación

En el cuadro 7, se puede observar que para la interacción Epoca de Aplicación por Dosis de Aplicación, la prueba de comparación de medios, evidenció que no existieron diferencias significativas en ninguna de las variables en estudio, lo que supone que esta interacción no mostró cambio alguno en los factores de variación.

COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA DIFERENTES VARIABLES DE LAS INTERACCIONES DOSIS POR ÉPOCA DE APLICACIÓN

FACTORES DE VARIACIÓN		P A R T I D A S													
DOSIS	ÉPOCA DE APLICACIÓN	LIVEL		MILINGRITINO		LONGITHAL		Nº DE PESO PPO.		PESO PPO. SECA		PESO SECA		EFFECTO TÓXICO	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
ALTA	5 DIAS	1.02 A	1.17 BC A	0.40 A	0.50 A	0.72 A	0.80 A	1.00 A	1.08 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A
ALTA	10 DIAS	0.98 A	1.16 BC A	0.37 A	0.47 A	0.69 A	0.76 A	0.98 A	1.06 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A
ALTA	15 DIAS	0.87 A	1.10 BC A	0.37 A	0.48 A	0.69 A	0.77 A	0.98 A	1.06 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A
MODIANA	5 DIAS	1.79 A	1.78 BC A	0.11 A	0.51 A	0.73 BC	0.80 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A
MODIANA	10 DIAS	0.85 A	1.17 BC A	0.37 A	0.47 A	0.69 A	0.76 A	0.98 A	1.06 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A
MODIANA	15 DIAS	0.70 A	1.10 BC A	0.31 A	0.47 A	0.67 A	0.75 A	0.97 A	1.04 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A
ALTA	5 DIAS	0.77 A	1.10 BC A	0.79 A	0.19 A	0.90 A	1.07 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A
ALTA	10 DIAS	0.60 A	1.10 BC A	0.80 A	0.20 A	0.90 A	1.07 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A
ALTA	15 DIAS	0.72 A	1.10 BC A	0.71 A	0.20 A	0.90 A	1.07 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A	1.00 A

SEÑALADOS CON LA MISMA LETRA SON DISTRIBUCIONES QUE NO DIFERENCIAN SIGNIFICATIVAMENTE.

Esto quizás es justificable, en virtud de que la dosis de aplicación no sufrió variación significativa, con excepción del efecto tóxico, lo que supone que los demás componentes del rendimiento no tuvieron relación directa con la dosis. De igual forma, la variable época de aplicación sólo obtuvo significancia en las variables, peso seco parte aérea y efecto tóxico.

V. DISCUSION

Los resultados obtenidos en los análisis de varianza para distintas variables, presentaron diferencias altamente significativas entre genotipos, ya que se manejaron líneas de origen diferente (M-37 y M-18), además de una crusa simple producto de la combinación de líneas (M-36XM-37), lo que refleja que estadísticamente tiene importancia el factor genético. (Donald, 1963).

Asimismo, el análisis estadístico permitió observar que el genotipo M-37, se diferenció de los otros dos en estudio (M-36XM-37 y M-18), por ser el más precoz y sensible al efecto de toxicidad, respecto a los otros dos en estudio. Lo que permite suponer, que la mayor actividad fisiológica demostrada por este genotipo, al parecer está correlacionada con la también mayor acción fitotóxica del herbicida 2 4 D-Amina, confirmando lo expuesto por Moyeda (1971), quien afirma que este herbicida y otros productos similares, cuando se aplican a gramíneas de crecimiento activo, se acumulan en los meristemas donde pueden ejercer algún tipo de acción tóxica en los cultivos.

Asimismo, esta mayor actividad fisiológica del M-37, conlleva a una mayor velocidad en la translocación de nutrientes, por lo que la velocidad del herbicida 2 4 D-Amina dentro de la planta, esta íntimamente relacionada con la velocidad del movimiento de las sustancias nutritivas. (Salisbury, 1978).

Por otra parte, el análisis estadístico también permitió observar que el genotipo M-36XM-37, se ubicó como el material genético que menor influencia tóxica presentó al herbicida 2 4 D-Amina, respecto a los otros dos en estudio. Lo anterior, aunado a que esta crusa fue

la que tuvo una menor velocidad de emergencia en relación con los otros materiales, permite establecer la existencia de factores biofísicos y bioquímicos complejos y que a menudo actúan recíprocamente dentro de la planta, que pudiera influir en la poca acción tóxica del herbicida 2,4-D-Amina. (Grafts et al, 1961).

Según Weintraub y Brown (1950) y Grafts (1961), el herbicida que no llega a ejercer una acción tóxica en las plantas pudiera deberse a deficiencias en la penetración secundaria de las paredes celulares o de las membranas protoplasmáticas, así como también pueden ser absorbidos por tejidos vegetales a lo largo de la vía de avance y en el camino pueden quedar detoxificado por las enzimas de las plantas. (Day, 1950).

Por otro lado, en las variables principales acumulación de materia seca en la parte aérea y raíz, no existieron diferencias significativas entre los materiales en estudio, probablemente por el nivel de significancia utilizado (95%), que no percibió diferencias notables.

En otro orden de ideas, para el factor de variación épocas de aplicación, el experimento permitió observar que sólo sufrieron variación dos variables; peso fresco parte aérea y el efecto tóxico mostraron diferencias significativas, lo que pudiera deberse a que según Aguilar y Acosta (1973), las diferentes épocas de aplicación están dentro del rango permitido para garantizar una mayor eficiencia de la aplicación de herbicidas, que es hasta 40 días después de la emergencia.

Por otra parte, el factor de variación dosis de aplicación, no existieron diferencias significativas, con excepción del efecto tóxico, en ninguna de las variables en estudio, lo que supone que al parecer las dosis utilizadas tuvieron muy poco margen de variación.

dosis baja, 2.5 ml/lt de agua; dosis media, 5 ml/lt de agua; dosis alta 7.5 ml/lt de agua, siendo la dosis comercial (1 lt. herbicida/200 lts agua/ ha.), el cual probablemente no fue percibido por el nivel de significancia manejado (95%).

En otro renglón, el experimento también permitió identificar algunos factores que aunque no tienen una influencia directa con el trabajo, si dan lugar a una serie de consideraciones en torno al producto químico.

1. El herbicida 2 4 D, fue descubierto durante la Segunda Guerra Mundial, pero la producción industrial no dio comienzo hasta 1945, no obstante que en sus inicios era utilizado como regulador de crecimiento, sin embargo, de manera oficial en 1945, P.C. Marth y J.W. Mitchell informan sus propiedades como herbicida selectivo, (Detroux y Gostinchar, 1976), es decir, su creación en producto de investigaciones colaterales.

2. Por otra parte, Ray (1980), indicó que existen afinidad entre el ácido indol-3-acético, hormona natural de las plantas, y el 2 4 D-Amina, debido a que ambos se mueven dentro de la planta, afectan el crecimiento y ejercen algún efecto en el ciclo respiratorio, diferenciándose sólo en que el 2 4 D-Amina es más tóxico y difícilmente es metabolizado por la planta, lo que no sucede con el ácido indol-3-acético.

3. La selectividad del 2 4 D, esta condicionada por varios factores que afectan la absorción foliar: la cutícula, Holly (1956); la estructura de la superficie foliar, Fischer (1979); la humedad, Crafts (1962); la luz, Kyfin (1960); temperatura, Pallas (1960); formulaciones, Hauser (1955); Ph, Orgeil (1957); surfactantes, Lomis et al (1954).

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Lo anterior, permite establecer que la selectividad del herbicida 2,4-D, no está del todo condicionada por sus características propias, sino más bien depende de la existencia de factores propios del medio ambiente, de la estructura física y fisiológica de la planta, que mal manejadas provocan anomalías en los cultivos, que si bien no han sido evaluadas tanto cuantitativamente como cualitativamente, si pudieran tener influencia en los diferentes componentes del rendimiento.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados en este trabajo y en función a los resultados y análisis estadístico se concluyó lo siguiente:

1. El análisis estadístico de los tres progenitores de híbridos de maíz en estudio, mostró diferencias altamente significativas, en las variables evaluadas, ponderando el genotipo M-37, el cual resultó ser el más precoz y sensible al efecto de toxicidad, respecto a los otros dos en estudio, M-36XM-37 y M-18.

Esta correlación que existe entre la precocidad del M-37 y la sensibilidad al efecto tóxico del 2 4 D-Amina, pudiera menguarse al reducir la dosis comercial, para tratar, de compensar la mayor actividad de éste, con una menor concentración.

2. El crecimiento fisiológico ligeramente más retardado de la cruce simple M-36XM-37, quien además resultó ser el que mayor resistencia presentó al efecto de toxicidad, pudiera deberse a que las moléculas del herbicida presentaron dificultades en la penetración, al asociamiento con algunos nutrientes que disminuyeron la velocidad de penetración, y en consecuencia permitieron que la planta generara algún mecanismo de defensa, como la producción de enzimas destoxificadoras.

3. La afinidad entre el ácido indol-3-acético, hormona natural de las plantas, y el 2 4 D-Amina, se debe a que ambos se mueven dentro de la planta, afectando el crecimiento y ejerciendo algún efecto en el ciclo respiratorio, advierte la importancia de tomar en cuenta

algunos mecanismos de prevención en el manejo de herbicidas de tipo hormonal como los clasificados dentro del orden de los fenoxis.

4. En las diferentes épocas de aplicación utilizadas, estadísticamente no tuvieron diferencias significativas, con excepción de dos variables, peso fresco parte aérea y efecto de toxicidad, debido a que el rango utilizado se ubicó dentro del parámetro permitido, hasta 40 días después de la emergencia de plántula para evitar riesgos mayores.

5. En las dosis utilizadas, al parecer no existieron diferencias significativas, lo que pudiera deberse al poco margen entre una y otra dosis, sin embargo, al parecer también podría obedecer al nivel de significancia manejado (95%), el cual debió ser más estricto para percibir diferencias significativas.

VII. BIBLIOGRAFIA

AGUILAR A.S. y ACOSTA N.S. 1973. Determinación de la época crítica de competencia entre maíz de temporal y las malas hierbas. Informe anual de labores. CIANE-INIA-SAG. Zacatecas México.

AGUNDIS MATA, 1980; Generalidades de los herbicidas; Agricultura Técnica en México; Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA); Chapingo, México.

BARBARA, C., 1980. Pesticidas Agrícolas; 3a, Editorial Omega; Barcelona, España.

BLACKMAN, G.E. 1978. The Influence of ph on the phytotoxicity of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid; University of Texas, Estados Unidos.

BAYER, D.E. 1965. The role of surfactants in weed control. Proc. 17th Calif. Weed Conf., 90-92.

CASADOS HERNANDEZ, Angel. 1987. Apuntes del modo de acción de los principales grupos de herbicidas; FES-C UNAM; Cuautitlán Izc. Méx. p.p. 9-12

CAST. 1975. The Fenoxi Herbicides; Weend Science, EUA. p.p 27-31.

COPELAND, L.O. 1976. Principles of seed science and technology; Burgess Publishing; Minneapolis, Minnesota, U.S.A.

CRAFTS, A.S.; 1961. The chemistry and mode of action of herbicides; Interscience Publishers; Nueva York, EUA.

DONALD, C.M. 1963. Competition among and pasture plants. Adv. Agron. 15: 1-37.

DETROUX, L. y GOSTINCHAR, J.; 1981, El mecanismo y los factores que influyen en la absorción del Herbicida; Los Herbicidas; Universidad de Strathclyde Glasgow, Escocia.

FISCHER, Alberto; 1982. Factores de Selectividad en el empleo de herbicidas; Tesis; Chapingo, México.

GALAVIZ FLORES, Rogelio; 1985 Herbicidas y Cobertura Orgánica en Maíz; Tesis; Chapingo, México.

HERNANDEZ, B.J.; 1975, Agricultura de las Américas; Conozca y Controle las Malas Hierbas; México.

HEBERT, R.P.; 1975, Agricultura de las Américas; Control de Malezas, Mayor Producción, Menor Costo; México.

HOLLY, K. 1964. **Herbicides selectivity in relation to formulation and application methods** *The Physiology and Biochemistry of herbicides* (Ed. by L.J. Audus). p.p. 423-463. Academic Press. News York.

MARSICO, Osvaldo; 1980, **Relación Herbicida-Plantas; Herbicidas y Fundamentos del Control de Malezas**; Editorial Hemisferio Sur, S.A.; Buenos Aires, Argentina.

MOYEDA GARCIA, Mario; 1978, **Determinación de la época de aplicación de herbicidas en el cultivo de Maíz en el Municipio de Río Bravo, Tamaulipas**; Tesis Profesional ITESM; Monterrey, Nuevo León; México.

MARGARET M., ROBERTSON y R.C. KIRKWOOD; 1981, **El modo de acción de los herbicidas translocables aplicados al follaje con referencia particular en los compuestos fenoxi-ácidos**; Departamento de Biología, Glasgow, Escocia.

MARTINEZ, C.I.; 1978, **Uso de los Herbicidas en Sonora**; Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste; Ciudad Obregón, Sonora; México.

NATIONAL ACADEMIC OF SCIENCIA; 1978, **Plantas nocivas y cómo combatirlas**; Ed. Limusa Vol II; México. p.p. 17-27.

PALAFIX DE LA B. B. L. 1981. Evaluación de herbicidas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal en el área de Chapingo, México. Tesis Profesional. UACH, Chapingo. México. p.p. 4-5.

PALLAS, J.E. 1960. Effects of temperature and humidity on foliar absorption and translocation of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and benzoic acid. *Pl. Physiol.*, Lancaster. 35, 575-580.

PARR, J.F. y Norman, A.G. 1965. Considerations in the use of surfactants in plant systems: a review. *Bol. Gaz.*, 126, 86-96.

PUENTE LOPEZ, Juan Héctor; 1982, Determinación de efectos talemórficos con diferentes dosis de herbicidas auxínicos; Tesis; Marín, Nuevo León.

RAY, P.M.; 1981, *La Planta Viviente*; Editorial Continental, S.A.; México, D.F.

SALISBURY, F.B. y C.W. Ross; 1978. *Plant Physiology*; 2nd, Ed Wadsworth Publishing Co; Los Angeles California, EUA.

SCEGLIO, OF; 1976, *Herbicidas*; Ed. Hemisferio Sur; Buenos Aires, Argentina.

SHEET, T.J. and D.D. Kaufman; 1970, *Degradation and effects of herbicides in soils*; *FAO International Conference on Weed Control*; Society Science of America; Estados Unidos.

MOYEDA, G.M.; 1971, **Determinación de la época de aplicación de herbicidas en el cultivo de Maíz en el Municipio de Río Bravo, Tamps; Tesis ITESM; Monterrey, N.L.**

ORGELL, W.H. 1955. **The insolation of plant cuticle with pectic enzymes; Pl. Physiol., Lancaster, 30, 78-80.**

WYRILL, J.B. y C.C.Burnside; 1976, **Absortion, Translocation and Metabolismo of 2,4 D-Amlna and Glyphosate in Comon Milkweed; Weed Science; EUA.**

WEAVER, R.J.; 1980, **Reguladores del crecimiento de las plantas en la Agricultura; 1a. Edición Trillas; México,D.F.**