

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



"CONTROL QUIMICO DE LA FLORACION EN LA PRODUCCION
DE SEMILLA DE MAIZ (Zea mays, L.)".

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
ORIENTACION FITOTECNIA
P R E S E N T A

JUAN PABLO BATIZ GARCIA

GUADALAJARA, JALISCO. 1989



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección

Expediente

Número

Septiembre 26 de 1989

C. PROFESORES:

M.C. SALVADOR ANTONIO HURTADO DE LA PEÑA, DIRECTOR
M.C. LUIS ALBERTO BENDON SALCIDO, ASESOR
M.C. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" CONTROL QUIMICO DE LA FLORACION EN LA PRODUCCION DE SEMILLA DE MAIZ (Zea mays, L.) ".

presentado por el (los) PASANTE (ES) JUAN PABLO BATIZ GARCIA

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO


ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA

srd'



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección

Expediente

Número

Septiembre 26 de 1989

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)
JUAN PABLO BATIZ GARCIA

titulada:

" CONTROL QUIMICO DE LA FLORACION EN LA PRODUCCION DE SEMILLA DE MAIZ
(Zea mays, L.) ".

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

M.C. SALVADOR ANTONIO HURTADO DE LA PEÑA

ASESOR

ASESOR

M.C. LUIS ALBERTO RENDON SALCIDO

M.C. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO

srd'

Al montar cada oficina citese fecha y número

D E D I C A T O R I A S

Con mucho cariño,

con toda mi admiración y

con todo el agradecimiento para siempre:

A la memoria de mis padres

José de Jesús

y

María del Pilar



GENERAL DIRECCION
BIBLIOTECAS

Con todo mi afecto
a mis hermanos :

María del Pilar

Ana María

Jesús Javier

José Ignacio

Mario

José Luis

A G R A D E C I M I E N T O S

A la Universidad de Guadalajara, la Facultad de Agricultura, Profesores y compañeros por brindarme la oportunidad única de formarme profesionalmente.

Al M.C. Salvador Hurtado y de la Peña por sus enseñanzas, su amistad y su constante apoyo.

A los Ingenieros M.C. Luis Alberto Rendón Salcido y M.C. Santiago Sánchez Preciado por la gran confianza que me depositaron y por su valiosa ayuda.

A todos mis amigos que me ayudaron para realizar este esfuerzo y que, aunque omita sus nombres en este breve espacio de papel, cada uno de ellos sabe que el agradecimiento no se escribe sino que simplemente es.

G R A C I A S

I N D I C E

Dedicatorias	i
Agradecimientos	iv
Lista de Cuadros	viii
Lista de Figuras	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCION	1
Objetivos	1
Hipótesis	2
II. REVISION DE LITERATURA	7
2.1 Producción de Semilla de Maiz	7
2.1.1 La semilla	7
2.1.2 Factores a considerar en la producción de semilla de maiz	7
2.1.2.1 Localización de un lote de producción	7
2.1.2.2 Siembra	8
2.1.2.3 Técnicas de cultivo	7
2.1.2.4 Coincidencia a floración	8
2.1.2.4.1 Factores que influyen en la floración	10
2.1.2.4.2 Determinación de puntos de crecimiento	11
2.1.2.5 Desespigamiento	11
2.1.2.6 Esterilidad citoplásmica para eliminar el desespigamiento	14
2.1.2.7 Cosecha y beneficio	14
2.1.2.8 Control de calidad	15
2.2 Fitorreguladores	17
2.2.1 Conceptos generales	17
2.2.2 Fitorreguladores hormonales	18
2.2.2.1 Giberelinas	18
2.2.2.2 Auxinas	19
2.2.2.3 Citocininas	21
2.2.3 Fitorreguladores no hormonales	22
2.2.3.1 Polcisteína	22
2.2.3.2 Cloromequat	22
2.2.3.3 Otros	23
2.2.4 Fitorreguladores complejos	23
2.2.5 Hormonas y fitorreguladores en la floración	23
2.3 Fertilizantes Foliares	26
2.3.1 Nutrición foliar	26
2.3.2 Funciones del Nitrógeno	26
2.3.3 Funciones del Fósforo	27
2.3.4 Funciones del Potasio	28
2.4 Herbicidas	30
2.4.1 Conceptos generales	30
2.4.1.1 Absorción	30

2.4.1.2	Translocación	31
2.4.1.3	Metabolismo de la planta	31
2.4.1.4	Selectividad	32
2.4.2	Acido 2,4-Diclorofenoxiacético	33
2.4.3	Atrazina	35
2.4.4	Metolacior	36
III.	MATERIALES Y METODOS	37
3.1	Localización Geográfica	37
3.2	Climatología	37
3.3	Descripción del Material Genético	37
3.4	Diseño Experimental	38
3.4.1	Tratamientos	38
3.4.2	ANÁLISIS de varianza	39
3.4.3	Comparación de medias	39
3.5	Trabajo de Campo	42
3.5.1	Preparación del terreno	42
3.5.2	Siembra	43
3.5.3	Germinación	43
3.5.4	Desahije y aclareo	43
3.5.5	Fertilización	43
3.5.6	Control de malezas	43
3.5.7	Control de plagas y presencia de enfermedades	44
3.5.8	Aplicación de tratamientos	44
3.5.9	Cosecha	44
3.6	Toma de Notas	45
3.6.1	Días a floración masculina	45
3.6.2	Días a floración femenina	45
3.6.3	Rendimiento	45
3.6.3.1	Rendimiento de mazorca	46
3.6.3.2	Rendimiento de grano	46
3.6.3.3	Porcentaje de olote	46
3.6.4	Altura de planta	46
3.6.5	Altura de mazorca	46
3.6.6	Número de mazorcas por planta	46
3.6.7	Longitud de mazorca	47
3.6.8	Diámetro de mazorca	47
3.6.9	Precipitación pluvial	47
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	48
4.1	Análisis de Varianza	48
4.1.1	Días a floración masculina	48
4.1.2	Días a floración femenina	49
4.1.3	Rendimiento	52
4.2	Comparaciones de Medias	54
4.2.1	Días a floración masculina	54
4.2.1.1	Factor "A" Productos	54
4.2.1.2	Factor "B" Aplicaciones	55
4.2.1.3	Factor "B" al mismo nivel del factor "A"	55
4.2.1.4	Factor "A" al mismo o distinto nivel del factor "B"	57

4.2.2	Días a floración femenina	59
4.2.2.1	Factor "A" Productos	59
4.2.2.2	Factor "B" Aplicaciones	61
4.2.2.3	Factor "B" al mismo nivel del factor "A"	62
4.2.2.4	Factor "A" al mismo o distinto nivel del factor "B"	62
4.2.3	Rendimiento	65
4.2.3.1	Factor "A" Productos	65
4.2.3.2	Factor "B" Aplicaciones	67
4.2.3.3	Factor "B" al mismo nivel del factor "A"	67
4.2.3.4	Factor "A" al mismo o distinto nivel del factor "B"	70
4.3	Componentes del Rendimiento	72
4.3.1	Rendimiento de mazorca	72
4.3.2	Porcentaje de clote	72
4.3.3	Altura de planta	75
4.3.4	Altura de mazorca	75
4.3.5	Número de mazorcas por planta	75
4.3.6	Longitud de mazorca	79
4.3.7	Diámetro de mazorca	79
4.4	Precipitación Pluvial	82
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
5.1	Conclusiones	87
5.2	Recomendaciones	88
VI.	BIBLIOGRAFIA	90
	Apéndice	92

L I S T A D E C U A D R O S

CUADRO 1.	Descripción de los tratamientos probados	40
CUADRO 2.	ANVA para Parcelas Divididas con distribución de bloques completos al azar	41
CUADRO 3.	ANVA para Días a Floración Masculina	48
CUADRO 4.	ANVA para Días a Floración Femenina	50
CUADRO 5.	ANVA para el Rendimiento de Grano	52
CUADRO 6.	Grupos de significancia encontrados para el Factor A Productos en Días a Floración Masculina	54
CUADRO 7.	Grupos de significancia encontrados para el Factor B Aplicaciones en Días a Floración Masculina	55
CUADRO 8.	Grupos de significancia encontrados para el Factor B Aplicaciones a diferentes niveles del Factor A Productos en Días a Floración Masculina	55
CUADRO 9.	Grupos de significancia encontrados para el Factor A Productos al mismo o a diferente nivel de B Aplicaciones en Días a Floración Masculina	58
CUADRO 10.	Grupos de significancia encontrados para el Factor A Productos en Días a Floración Femenina	61
CUADRO 11.	Grupos de significancia encontrados para el Factor B Aplicaciones en Días a Floración Femenina	61
CUADRO 12.	Grupos de significancia encontrados para el Factor B Aplicaciones a diferentes niveles del Factor A Productos en Días a Floración Femenina	63
CUADRO 13.	Grupos de significancia encontrados para el Factor A Productos al mismo o a diferente nivel de B Aplicaciones en Días a Floración Femenina	64
CUADRO 14.	Grupos de significancia encontrados para el Factor A Productos en Rendimiento de grano	65
CUADRO 15.	Grupos de significancia encontrados para el Factor B Aplicaciones en Rendimiento de grano	67

CUADRO 16.	Grupos de significancia encontrados para el Factor B Aplicaciones a diferentes niveles del Factor A Productos en Rendimiento de grano	69
CUADRO 17.	Grupos de significancia encontrados para el Factor A Productos al mismo o a diferente nivel de B Aplicaciones en Rendimiento de grano	71
CUADRO 18.	Medias por tratamiento en Rendimiento de Mazorca	73
CUADRO 19.	Medias por tratamiento en Porcentaje de Glote	74
CUADRO 20.	Medias por tratamiento en Altura de planta	76
CUADRO 21.	Medias por tratamiento en Altura de mazorca	77
CUADRO 22.	Medias por tratamiento en No. de mazorcas por planta	79
CUADRO 23.	Medias por tratamiento en Longitud de mazorca	80
CUADRO 24.	Medias por tratamiento en Diámetro de mazorca	81
CUADRO 25.	Precipitación diaria del 1 de Julio al 30 de Noviembre de 1937.	84
CUADRO 1A.	Medias por tratamiento en Días a Floración Masculina	93
CUADRO 2A.	Medias por tratamiento en Días a Floración Femenina	94
CUADRO 3A.	Medias por tratamiento en Rendimiento de grano	95

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Días a Floración Masculina considerando antesis en el 50 % de plantas.	60
FIGURA 2. Días a Floración Femenina considerando emergencia de estigmas en el 50 % de plantas	68
FIGURA 3. Rendimiento de grano en Kg/ha	71b
FIGURA 4. Esquemmatización de la Ley de los Factores Limitantes sobre el desarrollo vegetal	83
FIGURA 5. Precipitación diaria de Junio a Noviembre de 1957	86

RESUMEN

En la actualidad, se siembran en el país 7'000,000 de ha de maíz, para lo cual se requieren aproximadamente 105,000 tn de semilla de las que solo el 30 % corresponde a materiales mejorados. Es decir que el 70 % restante se complementa con criollos regionales y generaciones avanzadas de híbridos.

La escasez de semillas mejoradas se debe a factores diversos. La producción de esta semilla requiere de grandes sumas de capital, mucho trabajo y conocimientos técnicos de parte de los productores especializados en semillas, y uno de los graves problemas que tienen que enfrentar para producir materiales híbridos de maíz, es lograr la coincidencia en la floración de los progenitores. Las diferencias en madurez son causa de pérdida de cantidades elevadas de grano y, por tanto, de grandes sumas de dinero.

Buscando formas de eficientar el proceso de producción de semillas, en lo que respecta a la coincidencia en floración de los progenitores, se estableció este trabajo en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara localizados en Los Belenes, Municipio de Zapopan.

El experimento se llevó a cabo bajo condiciones de temporal en el ciclo FV/87. Se probaron 27 tratamientos de aspersión al follaje en tres repeticiones utilizando un diseño bifactorial con arreglo en parcelas divididas y en distribución de bloques al azar, en donde las parcelas principales correspondieron a nueve productos: tres fitoreguladores (Activol, Biozyme y Agroplus), tres fertilizantes foliares (Urea foliar, Fosnitro y Cloruro de potasio) y tres herbicidas (Herbipol, Primagram 500 FW y Gesaprim 50). En las subparcelas se probaron cero, una y dos aplicaciones de dichos productos. Como material genético se utilizó una cruz simple (7A X 13). Las variables analizadas fueron días a floración masculina, días a floración femenina, rendimiento de grano y algunos componentes del rendimiento.

La fuerte sequía que se presentó justo en la etapa de la floración fué una gran limitante para poder definir con precisión el efecto de los tratamientos. Además, el efecto de la sequía no fué uniforme en todas las parcelas experimentales debido a que algunas de ellas se vieron favorecidas por el sombreado de algunos árboles, lo cual redujo los niveles de evapotranspiración y causó gran variabilidad en los resultados.

Sin embargo, con la aplicación de Primagram 500 FW y de Herbipol, se obtuvieron retrasos significativos en ambas floraciones, pero ocasionaron fuertes daños a la planta y considerables mermas en el rendimiento.

Aunque en los demás tratamientos no se detectaron diferencias significativas, si se observaron claras tendencias en varios de ellos que pueden ser muy importantes para adelantar o retrasar

las floraciones de los progenitores y lograr que coincidan en el momento preciso.

Tal es el caso del Gesaprim 50, el Activol y el Agroplus que mostraron tendencias a adelantar las floraciones obteniendo rendimientos inferiores a la media en los dos últimos casos y superiores en el primero. Por su parte, la Urea foliar anticipó la floración masculina, retrazó la femenina e incrementó el rendimiento, mientras que el fosfito retrazó la floración femenina reduciendo el rendimiento. El resto de tratamientos no mostraron respuestas de importancia.

CONTROL QUIMICO DE LA FLORACION EN LA PRODUCCION DE SEMILLA DE MAIZ (Zea mays L.)

I.-INTRODUCCION

En México el maíz tiene una múltiple importancia en todos los aspectos de la vida: Como eje de la actividad económica productiva, como base de la alimentación y elemento insustituible del arte culinario, como materia prima para la industria y para la artesanía, en fin, como centro y guía de un conocimiento acumulado durante milenios y en constante enriquecimiento, que se manifiesta en prácticas cotidianas en el campo, en la industria y en el hogar.

A nivel nacional se siembran anualmente 7'000,000 ha de maíz, para lo cual se requieren alrededor de 105,000 tn de semilla. En la actualidad y, con mucha dificultad, solo el 30% de dicho material corresponde a semilla mejorada, el 70% restante es complementado con semilla de criollos regionales y/o generaciones avanzadas de híbridos, lo cual se refleja en el bajo rendimiento nacional (1.8 tn/ha).

En el estado de Jalisco se siembran alrededor de 800,000 ha anuales de dicho cultivo, para lo cual se requieren 14,000 tn de semilla. Sumando todos los esfuerzos de organismos oficiales y privados con dificultad se obtienen 4,000 tn. Esto nos indica que la necesidad restante ha sido cubierta con semilla de baja calidad genética y comercial.

La escasez de semilla mejorada se debe a factores diversos. La producción de ésta semilla requiere una gran suma de capital, trabajo y conocimientos técnicos de parte de los productores especializados en semillas, quienes pueden ser grandes compañías o pequeños operadores agrícolas.

Uno de los principales problemas en la producción de semilla híbrida de maíz, es lograr la coincidencia en la floración de los progenitores masculino y femenino. Las diferencias en madurez son causa de pérdida de cantidades elevadas de grano y, por tanto, de grandes sumas de dinero.

Existen diversos medios para controlar la floración, tales como los culturales, mediante riegos o cultivos, haciendo diferentes fechas de siembra o a través de acolchados al suelo; los químicos, aplicando fitorreguladores, fertilizantes foliares, estimulantes o herbicidas; y los fisiotécnicos, ya sea con despuntes, jilteos o podas.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, se dispone de muy poca información que permita adoptar dichas técnicas con el fin de lograr una mejor coincidencia en la floración de los materiales parentales de semilla híbrida, mismas que permitirían hacer más eficientes los sistemas de producción.

El presente trabajo plantea la utilización de fitorreguladores, herbicidas y fertilizantes foliares con el fin de generar información que proponga alternativas para evitar las indeseables pérdidas de materiales genéticos, de recursos económicos y de esfuerzo humano, resolviendo así, uno de los grandes problemas que impiden satisfacer las necesidades de semilla de altos rendimientos.

OBJETIVOS

- 1) Conocer el efecto de algunos fitorreguladores, herbicidas y fertilizantes foliares sobre la floración en progenitores de maíz híbrido comercial.
- 2) Determinar qué tratamiento es más efectivo para controlar la floración en dichos materiales.

HIPOTESIS

Existe al menos un tratamiento efectivo para acelerar o para retardar la floración.

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1 PRODUCCION DE SEMILLA DE MAIZ

2.1.1 LA SEMILLA

Desde hace más de 8,000 años, el hombre lleva en su mente que la semilla es el medio de reproducir los alimentos para saciar sus necesidades y de los animales pero, además, son materia prima para infinidad de productos empleados por la humanidad.

Poehlman (1959), explica que la semilla tiene su principio en el huevo fertilizado y el núcleo endospermico. El primero se desarrolla dentro formando el embrión, el cual al germinar la semilla se desarrolla en una nueva planta. El núcleo endospermico primario se divide numerosas veces para formar nucleólos que, encerrados por paredes celulares, forman el endospermo en el que se acumulan alimentos para el desarrollo del embrión.

Boswell (1961) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), define a la semilla como el albergue de las plantas en embrión, futuros gérmenes de una nueva generación y, desde el punto de vista de su función, como el artificio para la reproducción, conservación, aumento y diseminación de las especies vegetales. Sin embargo, también señala que las semillas son la base de todos los procedimientos para mejorar las plantas a través del cultivo.

El CIAT (Douglas, 1981), expone que las semillas son el potencial genético para la producción de mayores cosechas y, el agente de cambio en las situaciones de producción agrícola, sean estas favorables o no. De ahí que las semillas no sean únicamente algo que los agricultores siembran.

En efecto, en la actualidad, y debido a la investigación, las semillas se han convertido en elementos de un valor incalculable en la transmisión de las características de las plantas diseñadas por el hombre. El mismo USDA (Boswell, 1961), apunta que el mejoramiento y especialización de las plantas ha sido posible solamente debido a que la semilla es producto de la reproducción sexual en la flor, lo que significa que la planta representada por el embrión de la semilla, puede tener características heredadas de uno de los dos progenitores y, por consecuencia, ser diferente de los dos. Esta es la clave del mejoramiento de plantas con un fin utilitario.

Por otra parte, cabe señalar que las semillas son uno de los principales insumos agrícolas y que tienen un gran reflejo en el aumento de la productividad, misma que puede ser la solución al problema de la seguridad alimentaria, que preocupa a una gran mayoría de países del mundo.

Brauer (1969), distingue cuatro clases de semilla:

- 1) Semilla original. Es la que obtiene directamente el genotecnista luego de sus trabajos para lograr una nueva variedad y que ya está debidamente experimentada para producirse a nivel comercial. Es la que debe ser más fiel a las características hereditarias de la variedad y de mayor calidad.
- 2) Semilla básica. Es producto de la multiplicación de la semilla original, pero requiere tener características de muy alta fidelidad genética, pureza, etc.
- 3) Semilla registrada. Se obtiene a partir de la semilla básica y es la que ordinariamente debe sembrar el productor de semilla comercial.
- 4) Semilla certificada. Es producto de la semilla registrada y es la que ordinariamente usa el agricultor.

2.1.2 FACTORES A CONSIDERAR EN LA PRODUCCION DE SEMILLA DE MAIZ

En la producción de semilla de maíz intervienen una gran cantidad de factores que interactúan entre sí en formas muy complejas. Durante el curso sobre manejo y producción de semillas celebrado en la XV Semana de Superación Agronómica de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara (1987), el Dr. Francisco Villalpando presentó una ponencia sobre la "Determinación de zonas de producción de semilla de maíz y sorgo" en la cual proponía que para producir semilla de maíz se consideraran los siguientes aspectos:

- a) La componente ecológica de la zona y
- b) El conocimiento de los materiales a producir.

La importancia de realizar dichas consideraciones radica en los siguientes puntos:

- * Los riesgos climatológicos, tales como heladas, ciclones y/o lluvias tempranas, pueden constituir una limitante determinante.
- * La interacción de la componente ecológica con los materiales puede acarrear variaciones importantes en la fenología y en la adaptabilidad de éstos últimos. Por ello, es conveniente tener bien caracterizados los materiales genéticos.
- * La incidencia de patógenos o plagas es también determinante en la obtención de niveles óptimos de calidad.

Así pues, en base a este planteamiento, trataremos de considerar algunos de los factores que intervienen en la producción de semilla de maíz.

2.1.2.1 LOCALIZACION DE UN LOTE DE PRODUCCION

Como se esbozó anteriormente, el clima será determinante para la localización de un lote de producción. Así, Brauer (1949) precisa que en la mayoría de los casos es muy difícil obtener semilla sana y vigorosa en un clima con lluvias frecuentes y ambiente húmedo, pues ello dificulta la polinización y favorece la presencia de enfermedades.

Jugenheimer (1976), sustenta que el maíz se desarrolla mejor en suelos bien drenados y fértiles, en terrenos arcillosos, rojizos, bien aireados y profundos que contengan abundante materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio; en regiones con temperaturas de verano moderadamente elevadas, noches cálidas y lluvia adecuada y bien distribuida durante la estación de crecimiento. Influyen también la temperatura, la duración de la estación de crecimiento y la del día.

En su ponencia, Villalpando identifica algunos requerimientos agroclimáticos del maíz:

- Alta radiación solar: 1 Cal/cm²/min
- Temperatura diurna de 27-30 grados C
- Temperatura nocturna fresca: 15-18 grados C
- Temperatura media óptima de 20-22 grados C
- Desarrollo casi nulo a temperaturas menores a los 10 grados C
- Es una planta de día corto
- Uso consuntivo de 400-600 mm de lámina neta

Además de los factores climáticos, se deben considerar problemas biológicos, tales como los que, menciona Jugenheimer (1976), resultan de los efectos físico-ambientales sobre el crecimiento, de los efectos de la reproducción y de la propagación de enfermedades.

Granados (1984) expone que en maíz pueden ocurrir cambios drásticos en la constitución genética de una variedad si ésta se mantiene fuera de su área de adaptación, por lo que señala la importancia de conducir los lotes de producción -cuando menos de semilla de fitomejorador (original) y de fundación (básica)- en el área de adaptación de la variedad.

La infraestructura disponible en la localidad es otro punto a considerar, y no solo en lo que se refiere a cuestiones materiales como comunicación, maquinaria, transporte, etc, sino que también se requiere de la disponibilidad de agricultores capaces, cuya tecnología de cultivo será la que se aplique en el lote de producción, partiendo del principio de que en la región prevalece un cierto programa de desarrollo tecnológico, económico

y social. Sin embargo también será necesaria la supervisión por parte de personal competente (Alba, 1983).

Debido a que el maíz es una planta alógama que bajo polinización abierta presenta un 80-90% de polinización cruzada y un 5-20% de autopolinización, el aislamiento de los campos de producción de semilla es indispensable para evitar contaminación por pólen extraño, según explica Pehlman (1959), quien indica que el peligro de contaminación, tanto en cruza simples como dobles, se reduce si el progenitor masculino produce abundante pólen y lo esparce durante el periodo en que el progenitor femenino es receptivo.

Jugenheimer (1976) presenta, dentro de los lineamientos que establece la Asociación de Agencias Oficiales Certificadoras de Semillas (AOCSA) en 1971, las normas de campo necesarias para un adecuado aislamiento de campos de producción de cruza simples básicas y líneas puras, maíz híbrido y maíz de polinización libre.

García (1982), define el aislamiento como la separación del cultivo de cualquier foco de contaminación genética, y dice que el aislamiento se puede dar de diferentes maneras:

- a) Distancia.- Debe ser de 700-800 m para semilla genética y básica o de 400-500 m para semilla registrada.
- b) Tiempo.- Se debe cuidar la fecha de floración de materiales circundantes para evitar polinizaciones extrañas.
- c) Barreras biológicas.- Incluye ríos, pastizales, montes, etc.; pero es muy común utilizar surcos bordo del progenitor masculino, cuyo número aumenta a medida que la distancia de aislamiento es menor.

Por su parte, Granados (1984) sugiere que un aislamiento de 200 m entre lotes es adecuado y, combinando tiempo con distancia, esta última puede reducirse considerablemente (100 m).

2.1.2.2 SIEMBRA

Jugenheimer (1976), indica que para producir cantidades grandes de semilla es conveniente sembrar las líneas paternas en bloques alternados en una parcela aislada y desespigando, antes de que suelten pólen, todas la plantas que serán el progenitor femenino.

Por su parte, Brauer (1969) dice que en las plantas alógamas la polinización en escala comercial se deja a la naturaleza, viento e insectos, de donde podemos inferir que será necesario orientar los surcos en función a la dirección y velocidad de los vientos, para obtener una buena distribución del pólen.

Jugenheimer (1976), estima que la proporción de surcos masculinos y femeninos a sembrar depende de la abundancia de pólen producido por el progenitor masculino. En el caso de cruza simples, cuyas

líneas carecen de vigor, recomienda sembrar un surco de progenitor masculino por dos de femenino, o dos del primero por cuatro del último.

Para la obtención de semilla de cruzada doble, recomienda las proporciones de 6:2 u 8:2 de progenitor femenino por progenitor masculino.

Poehlman (1959), propone la relación de siembra de surcos polinizadores a surcos productores de grano de 2:1 en semilla de cruzada simple. En la producción de cruzadas dobles la relación de productores de semilla a polinizadores es, generalmente, de 3:1 o 4:1.

Es muy importante establecer el diferencial de siembra entre el progenitor masculino y el progenitor femenino para poder lograr la coincidencia en floración pues, según advierte Poehlman (1959), el derramamiento del polen se inicia uno o tres días antes de la emergencia de los estigmas, es decir que la planta de maíz presenta protandria.

Boswell (1961) menciona que para determinar dicho diferencial de siembra, además de la caracterización de materiales, puede ayudar el determinar la cantidad de unidades de calor que requieren los progenitores para llegar a floración. Sin embargo, advierte que estas estimaciones pueden ser variables y modificadas por diversos factores ambientales.

2.1.2.3 TECNICAS DE CULTIVO

Jugenheimer (1976) señala, entre muchas otras características, que los buenos progenitores de semilla deben producir altos rendimientos de semilla vendible; estima que en los Estados Unidos se utilizan más de 200,000 ha de terreno para producir semilla híbrida, por lo tanto cada kg extra de semilla vendible producida por ha, representa millones de dólares para la industria de la semilla híbrida y economías potenciales para los agricultores.

De ahí pues que no se deba escatimar en lo mínimo la atención que se le dé al cultivo, ya sea en fertilización, en labores culturales, en combate de malezas y plagas o en control de enfermedades.

A este respecto, Poehlman (1959) comenta que la producción de semilla híbrida ha necesitado la adopción de máquinas y técnicas especiales con objeto de que los híbridos de alto rendimiento, producidos por los fitomejoradores, puedan producirse en cantidades suficientes para permitir su utilización comercial.

Jugenheimer (1976), dice que los nutrimentos para las plantas son tan necesarios como el alimento para humanos y animales. Los híbridos deseables sólo podrán alcanzar su potencial cuando se siembren en suelos provistos con cantidades balanceadas de

nutrientes. Explica que los híbridos, por su mayor eficiencia fisiológica, producen más grano si se usan los fertilizantes y las prácticas culturales modernas adecuadas. Así, el control de malezas, enfermedades e insectos se refleja en el rendimiento a la hora de la cosecha.

De esta manera, concluiremos con la recomendación de aplicar todas aquellas técnicas de cultivo que consideremos como óptimas, sin dejar de tomar en cuenta los consejos de Alba (1983) -de los que ya hicimos mención al hablar de la infraestructura disponible- y que proponen que la tecnología de cultivo aplicada a las plantas destinadas a la producción de semilla, debe ser la misma que el agricultor aplica a toda su siembra y que, supervisada por personal competente, será la adecuada. Explica que los elementales principios de conservación de agua y suelo, preparación del suelo, control de malezas, eliminación de plantas enfermas y de plantas fuera de tipo antes de la floración, etc., deben ser practicados todo lo posible, estimulando al agricultor a esforzarse en ello, con su conocimiento de causa a efecto y no como mera receta.

2.1.2.4 COINCIDENCIA A FLORACION

Airy et al. (1961), juzgan que la producción comercial de semillas híbridas depende de los hábitos convenientes de floración de las plantas que van a hibridizarse; señalan que la semilla híbrida de maíz es relativamente fácil de obtenerse porque las inflorescencias son grandes y bien separadas en la planta. Para controlar la polinización en un campo productor de semillas, es necesario solamente quitar la espiga en los surcos de plantas progenitoras femeninas tan pronto aparezcan y dejar sin alterar las plantas polinizadoras, solo falta por supuesto, que ambos progenitores coincidan en floración.

Sass y Loeffel (1959), citados por Jugenheimer (1976), determinan que una falla en la emergencia de los estigmas durante el período de esparcimiento del polen da por resultado plantas sin mazorca.

En líneas anteriores ya hemos mencionado la importancia de determinar el diferencial de siembra entre los progenitores para lograr la coincidencia en floración, así como también la necesidad de tener muy bien caracterizados nuestros materiales para conocer sus hábitos de floración. Sin embargo, aún así, por efectos ambientales o de interacción genético-ambiental, pueden presentarse ciertos desfazamientos en la coincidencia de la floración. Para lograr ajustar estos desfazamientos, el M.C. Salvador Hurtado en su ponencia "Producción de semilla de maíz híbrido y de polinización libre" que presentó en el curso sobre manejo y producción de semillas en la XV Semana de Superación Agronómica de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara (1987), propone la utilización de varias prácticas:

1) Por medios fisiotécnicos.

- Manejando el agua de riego. La aplicación del agua puede retardar la floración y, por el contrario, restringir el agua puede acelerarla.
- Mediante el paso de cultivos se puede acelerar la floración.
- Las podas por encima del punto de crecimiento retardan el florecimiento.
- El jiloteo o recorte de los estigmas acelera -preferiblemente- la floración femenina, o bien, mediante el corte continuo se puede retrasar hasta que coincida con el macho.
- Descubrir la espiga cuando la planta está en "banderilla" es lo que se conoce como "forzar al macho" y sirve para acelerar la floración masculina.

2) Por medios químicos.

- La aplicación de fitorreguladores puede acelerar o retardar la floración.
- Manejo de fertilizantes. El nitrógeno retrasa la floración y el fósforo la adelanta.

En investigaciones realizadas por la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH) ^{1/} han encontrado que la floración del maíz se puede anticipar hasta con siete días mediante la técnica del acolchado al suelo con plásticos, de los cuales resultó ser más eficiente el plástico transparente. Los resultados se lograron colocando el acolchado al primer día después de la emergencia. Cuando se realizó a los 30 días, el ciclo se acortó con seis días.

También han encontrado en experiencias con productores que la aplicación de fitorreguladores como gapol puede anticipar la floración hasta con 15 días.

A raíz de estas experiencias, planean establecer, durante 1989, experimentos para probar productos como gapol, cycocel y ethrel con cuatro aplicaciones, la primera a los 30 días después de la emergencia y, el resto, cada 20 días. El objeto del estudio es el de lograr adelantar el ciclo para escapar a condiciones climáticas adversas que se presentan en la región de la Mesa Central (Estados de México e Hidalgo, principalmente), tales como heladas tempranas y temporales cortos o erráticos.

^{1/} Comunicación personal con el Dr. Gaiska Asistenza Bilbao y el Ing. Floriberto Solís Mendoza del Depto. de Fitotecnia de la UACH. Mayo de 1989.

Decidir cuando es el momento oportuno de aplicar algunas de estas técnicas requiere tener conocimiento de los factores que influyen sobre los hábitos de floración de nuestros materiales y llevar un seguimiento muy cercano del desarrollo fenológico de los mismos. Es por esto que enseguida mencionaremos algunos de los factores que pueden influir sobre la floración.

2.1.2.4.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FLORACION

Poehlman (1959), opina que en la época de floración del maíz influyen la duración del día (más precisamente, la duración del periodo de oscuridad) y la temperatura; por lo cual, sobre estos factores está influyendo la latitud y explica que para que un híbrido tenga rendimientos satisfactorios, se requiere que sea un día más tardío por cada 16 km hacia el sur o un día más precoz por cada 16 km hacia el norte, esto bajo las mismas condiciones de altitud.

Poehlman (1959) y Jugenheimer (1976), coinciden al señalar que el clima adverso puede interferir en el periodo crítico de floración. Las temperaturas elevadas pueden secar la espiga o matar los granos de pólen luego de ser esparcidos. También pueden ocasionar el marchitamiento de los estigmas, acelerando la pérdida de su receptividad. Una sequía severa puede retardar la emergencia de los elotes y los viejos secos y otros pueden reducir la viabilidad del pólen y la actividad de los estigmas.

Por su parte Brauer (1964) señala que el ambiente húmedo dificulta la germinación.

Lonquist (1942) y Lonquist y Jugenheimer (1943), citados por Jugenheimer (1976), obtuvieron correlaciones negativas entre las temperaturas y el llenado de la mazorca, y señalan que la humedad adecuada del suelo proporcionada por riego, junto con las temperaturas menores asociadas con la humedad mayor, fueron efectivas para prolongar la receptividad de los estigmas. Concluyen que los materiales cuyos estigmas permanecen receptivos por periodos más largos, tienen una ventaja definitiva bajo condiciones de calor y sequía.

Según Bass y Loeffel (1959), también citados por Jugenheimer (1976), una siembra densa no impide la formación de los órganos florales. Dicen que la presión competitiva no produce un retardo notable del alargamiento de la mazorca o de los estigmas o del desarrollo del ovario, hasta aproximadamente 74 días después de la siembra.

Tanaka y Yamaguchi (1972) afirman que la siembra tardía, o bien, las bajas temperaturas durante la fase de crecimiento vegetativo, retrasan la floración femenina y se traducen en un corto periodo de llenado del grano. La siembra densa, especialmente a bajos niveles de nitrógeno, retrasa la floración femenina y, por el

contrario, la aplicación de fósforo acelera la floración femenina, especialmente a bajas temperaturas.

Un factor muy importante y muy ligado a la necesidad de caracterizar nuestros materiales, es el que reportan Siemer~~g~~al. (1969), citados por Jugenheimer (1976), quienes informaron sobre la duración y la correlación de los principales eventos del desarrollo del maíz. Dicen que el genotipo influyó considerablemente en el número de días desde la siembra hasta un evento dado. Los híbridos se desarrollaron más rápido que las correspondientes líneas puras, lo cual es muy significativo para lograr la coincidencia en floración en cruces de tres elementos.

Explican que las diferencias en el desarrollo, atribuibles a la fecha de siembra o a la estación de crecimiento, fueron afectadas por la temperatura del aire, por la humedad del suelo o por ambas. Las temperaturas bajas y la deficiencia de humedad retardaron el desarrollo. Señalan que cuatro parejas de eventos estuvieron estrechamente relacionadas con el tiempo:

- 1) La iniciación de la espiga y el principio del alargamiento del tallo.
- 2) La iniciación de la mazorca superior y el principio del rápido alargamiento del tallo.
- 3) El acelerado alargamiento del pedúnculo de la espiga y la emergencia de la espiga.
- 4) El acelerado alargamiento de la mazorca superior y el logro del máximo de granos de la mazorca superior por potencial de hilera.

2.1.2.4.2 DETERMINACION DE PUNTOS DE CRECIMIENTO

El conocimiento de cómo se desarrolla y funciona una planta de maíz permite un trabajo más preciso en el control de las fuerzas que afectan la producción y, en este caso, nos interesa lo referente a la floración.

Hanway (1966), citado por Jugenheimer (1976), publicó un excelente informe ilustrado sobre cómo se desarrolla una planta de maíz, presentó excelentes guías para el manejo de cada etapa de desarrollo.

El ir siguiendo el desarrollo de la planta, mediante la determinación de puntos de crecimiento, nos permitirá conocer si las floraciones de los parentales masculino y femenino coincidirán en madurez y, de no ser así, nos dará oportunidad de aplicar en el momento adecuado, la técnica que mejor convenga para ajustar el desfazamiento existente entre ambas floraciones.

En su ponencia, Hurtado (1987), recomienda que las inspecciones del punto de crecimiento deberán realizarse en varias plantas seleccionadas en forma aleatoria y que el procedimiento consiste

en desenvainar las hojas de dichas plantas y se arrancan del tallo, teniendo cuidado de no lastimar el meristemo apical, el cual se observa fácilmente una vez descubierto todo el tallo.

Las plantas femeninas deberán ir adelantadas en aproximadamente un 25 %, pues ya se sabe que la planta de maíz presenta protandria.

Cuando las plantas tienen una altura aproximada de 50 cm el punto de crecimiento se localiza al nivel del suelo.

Por último, comenta que, seguir la fenología del cultivo es también útil para practicar desmezclas antes de la floración.

2.1.2.5 DESESPIGAMIENTO

Según Brauer (1969), el desespigamiento es la castración mecánica por eliminación de las panojas masculinas y señala que tales métodos son aplicables únicamente al maíz gracias a su morfología, es decir, reúne todas las flores masculinas en una sola inflorescencia, cuya posición facilita cortarla sin dañar mucho al resto de la planta y que, una vez eliminada, no vuelve a producir ninguna flor masculina.

Poehlman (1959) dice que las espigas del maíz producen de 20 a 50 millones de granos de polen, razón por la cual se deben de eliminar todas las espigas de los surcos del progenitor femenino antes de que produzcan polen y esto requiere realizar recorridos diarios del campo durante el período del espigado.

A este respecto, Brauer (1969), explica que aún tratándose de líneas muy uniformes, las plantas no espigan a un mismo tiempo, por lo que se requiere pasar desespigando varias veces sobre las mismas líneas para que no pueda haber entre ellas ni cruzamientos fraternales ni autofecundación.

Jugenheimer (1976) remarca la necesidad de desespigar al progenitor femenino con el fin de que las mazorcas que se obtengan de esas plantas sean producto de los progenitores deseñados. Dice que todos los campos de semilla deberán examinarse con cuidado diariamente hasta terminar el desespigamiento. Esto, por lo general, toma dos semanas.

Para García (1982), el desespigamiento consiste en retirar a la espiga u órgano masculino de los surcos progenitores femeninos con el fin de forzar el cruzamiento de los materiales en cuestión.

Jugenheimer (1976) dice que el arrancado de la espiga se hace generalmente tan pronto como está bien afuera de la "bota". Esto quizá se hará uno o dos días después de que son visibles por primera vez. Si el arrancado se hace demasiado pronto, se pueden eliminar hojas junto con la epiga, lo que mermaría el

rendimiento. Otro riesgo es el de no eliminar la espiga completa.

Cuando se ha eliminado el 90 - 95 % de espigas, quizá convenga eliminar todo el resto de una sola vez, aunque sea necesario arrancar varias hojas. Las espigas de los hijos o retoños no deben pasarse por alto.

Pohelman (1959), comenta que en los grandes campos de producción de semilla se utilizan máquinas sobre las que van los trabajadores que efectúan el desespigue.

Jugenheimer (1976) menciona que las máquinas para transportar a los desespigadores incrementan la eficiencia y reducen los problemas de la mano de obra. Además, comenta que la factibilidad de utilizar desespigadoras mecánicas está en función del clima - pues puede obstaculizar el funcionamiento de la máquina-, de la capacidad de la máquina, de la habilidad del operador, de las características del progenitor femenino, etc. Todos estos son factores que afectan las reducciones potenciales del rendimiento.

Las desespigadoras mecánicas pueden ser cortadoras o arrancadoras.

Airy (1950), Jugenheimer (1951) y Newlin (1971), citados por Jugenheimer (1976), encontraron que el desespigamiento es laborioso y costoso y que requiere de mucha mano de obra que pueda trabajar desde solo una semana hasta cinco semanas. En suma, el esfuerzo es el principal problema del desespigamiento. Las máquinas cortadoras o arrancadoras de espigas destruyen algunas hojas, lo cual ocasiona reducciones en el rendimiento.

El mismo Jugenheimer (1976) comenta que las estipulaciones comunes de certificación especifican que el desespigamiento debe hacerse con un cuidado tal de que no más de un total del 2 % en todas las inspecciones de las espigas del progenitor femenino deberán haber esparcido pólen.

También explica que el desespigamiento reduce los rendimientos y hace referencia a Duncan y Woodworth (1939), quienes informaron reducciones de rendimiento del 8, 15, 18 y 29 % respectivamente, al arrancar 1, 2, 3 y 4 hojas por planta. Sin embargo, señalan que el desespigamiento sin arrancar hojas incrementó el rendimiento en 1 %. Asimismo, el desespigamiento con frecuencia incrementa la cantidad de carbón (*Ustilago maydis*).

En trabajos realizados en la Universidad Autónoma de Chapingo se ha detectado que el castrado hasta niveles del 80 % de la población aumenta el rendimiento significativamente -hasta niveles del 32 %- e incluso, existen varias compañías productoras de semillas interesadas en profundizar las investigaciones. 1/

1/ Comunicación personal con el Dr. Gaiska Aistenza Bilbao del Depto. de Fitotecnia de la UACH. Mayo de 1989.

2.1.2.6 ESTERILIDAD CITOPLASMICA MASCULINA PARA ELIMINAR EL DESESPIGAMIENTO.

Poehlman (1959) expone que la semilla de maíz híbrido se puede producir sin desespigue mediante la utilización de la esterilidad citoplásmica, la cual depende de elementos existentes en el citoplasma llamados plasmagenes, cuyo efecto es causar el aborto del pólen. Sin embargo, la manifestación de esta esterilidad puede ser afectada por genes particulares localizados en los cromosomas, llamados restauradores.

Los rendimientos de materiales estériles pueden ser más altos que en los materiales fértiles, ya que el desespigue puede causar reducciones de rendimiento, además de que la energía que normalmente se consume en la formación de pólen puede derivarse hacia la producción de semilla.

Brauer (1969) dice que para evitar la emasculación artificial y los errores que con ella pueden cometerse, se ha estudiado la manera de utilizar la esterilidad citoplasmática masculina que, aunque se la ha llamado citoplasmática, la realidad es que se trata de una interacción hereditaria entre factores del citoplasma y factores cromosómicos.

Jugenheimer (1976) considera que la introducción de esterilidad citoplásmica en un programa de mejoramiento es costosa, consume mucho tiempo y tiende a retardar el progreso, por lo que ésta se debe introducir cuando se tenga la certeza de que la semilla se producirá en cantidades considerables durante varios años. Señala que los programas nunca deben depender de una sola fuente de esterilidad.

También apunta que la esterilidad masculina no eliminará la necesidad de inspeccionar cuidadosamente los campos de semilla durante la época de polinización, sino que la inspección deberá ser más cuidadosa y oportuna, pues algunos materiales androestériles esparcen pólen bajo ciertas condiciones.

Scott (1952), citado por Jugenheimer (1976), estudió las estipulaciones de certificación para los híbridos de esterilidad masculina.

2.1.2.7 COSECHA Y BENEFICIO

Poehlman (1959) comenta que la preparación de la semilla de maíz híbrido, desde el campo hasta su envase, requiere muchas operaciones. Señala que, en general, la semilla híbrida se cosecha mecánicamente cuando ésta posee menos del 30 % de humedad, para evitar daños innecesarios en el grano por efecto

del desgrane. Resume mediante un diagrama, el procesamiento de la semilla en las etapas siguientes:

- 1) Cosechadora
- 2) Selección - eliminar mazorcas dañadas o enfermas
- 3) Secadora - si el grano posee más del 18 % de humedad
- 4) Desgranadora
- 5) Limpiadora
- 6) Selecciónadora - por formas (redondas y planas) y por tamaños
- 7) Tratadora
- 8) Encostalado
- 9) Almacenamiento

Jugenheimer (1976) indica que el procesamiento de la semilla de maíz se ha desarrollado en una empresa especializada que comprende una serie de operaciones diferentes; recomienda cosechar la semilla antes de la época de heladas perjudiciales para asegurar una germinación elevada al siguiente ciclo; y explica que muy poca semilla de maíz se cosecha con recogedoras-desgranadoras o combinadas debido a que este procedimiento no permite la eliminación de mazorcas indeseables. Además, señala que deben tomarse precauciones para prevenir las mezclas y el daño de la semilla durante la cosecha, el procesamiento y el almacenamiento.

García (1982) sugiere cosechar primero el progenitor masculino y después el femenino para evitar posibles mezclas mecánicas por plantas acamadas. Dice que en la producción de semilla básica se recomienda la cosecha manual para eliminar el daño mecánico. Si se emplea maquinaria, debe considerarse que el daño aumenta con la velocidad de avance. La prueba del verde rápido es útil para determinar el porcentaje de daño causado por maquinaria.

Alba (1983) llama procesado de la semilla a las labores de secado, desgrane, limpieza y tratamiento contra plagas y enfermedades.

2.1.2.8 CONTROL DE CALIDAD

Una vez obtenido el híbrido, es necesario hacer varias pruebas para verificar que el material cumpla con las normas de calidad que se requieren y que tenga las características planteadas al inicio del programa. Según la ponencia del M.C. Santiago Sánchez, quien también participó en el curso sobre manejo y producción de semillas de la XV Semana de Superación Agronómica de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara (1987) con el tema "Producción de semilla de buena calidad", la calidad de las semillas está dada en función de su pureza varietal, de su pureza física, de su capacidad de germinación y de su sanidad en cuanto a patógenos se refiere.

Referente a ello, Brauer (1969) comenta la necesidad de establecer límites de tolerancia. Por ejemplo, para la cantidad de semillas de malezas, mezclada con la semilla mejorada o para el porcentaje de semillas enfermas, etc.

Douglas (1981), en el CIAT, establece que la semilla mejorada debe ser consistentemente de mejor calidad que aquellas producidas por los agricultores y que dicha calidad debe encontrarse en cada parte del programa de producción de semillas. Señala que los ensayos de calidad de la semilla deben hacer principal énfasis en : contenido de humedad, pureza física y capacidad para germinar. Las pruebas de sanidad, vigor y pureza varietal se hacen si hay necesidad, personal capacitado y equipo e instalaciones. Los resultados se usan para la certificación de semillas, para hacer cumplir la legislación sobre semillas y por empresas y agricultores.

En cuanto a la germinación, las pruebas pueden ser calientes (a $\pm 27^{\circ}\text{C}$), frías (simulando condiciones de campo adversas) o usando el teñido con tetrazolium como una estimación rápida. (Jugenheimer, 1976).

Referente a la pureza varietal, García (1982) explica que las plantas algamas están expuestas, en cada incremento, a una posible contaminación, a pesar de todas las precauciones y controles para lograr la pureza genética y física en la producción de semillas. Expone que es necesario hacer observaciones críticas en la progenie de una muestra de semillas producto de un incremento. En la prueba se examinan las características morfológicas y fisiológicas en semillas, plántulas y plantas. El número de plantas depende de la norma por verificar (plantas fuera de tipo, color del grano, etc.) y la descripción varietal es una herramienta fundamental de auxilio.

2.2 FITORREGULADORES

2.2.1 CONCEPTOS GENERALES

Weaver (1972) define a los reguladores de las plantas como compuestos orgánicos -diferentes de nutrientes- que, en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican de alguna otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal. Señala la diferencia entre las hormonas y los reguladores; el término "hormona" se aplica exclusivamente a los productos naturales de las plantas (endógenos), sin embargo, el término "regulador" no se limita a compuestos sintéticos (exógenos), sino que puede incluir también hormonas. Este término es el que debe utilizarse al referirse a productos químicos agrícolas que se utilizan para controlar cultivos.

Rojas (1978) menciona que los fitorreguladores se pueden aplicar para activar, acelerar o retardar o modificar algún aspecto del desarrollo. Indica que siempre deben tenerse en cuenta los siguientes puntos generales:

a) Los fitorreguladores actúan sobre diversos aspectos del desarrollo y no solamente sobre aquel que se desea regular. Deben pues esperarse otros efectos además del previsto, algunos quizá indeseables.

b) Cada especie tiene su equilibrio hormonal específico, no se puede asegurar que los efectos obtenidos en alguna tengan lugar en otra. En especies parecidas puede haber efectos similares, pero a veces difieren aún entre variedades de una misma especie.

c) Los factores del medio, principalmente la temperatura y los propios de la planta, especialmente edad, pueden hacer variar los efectos de los fitorreguladores de tipo auxínico.

d) Se debe asegurar que los efectos serán realmente ventajosos.

e) Todo fitorregulador lleva información básica en la etiqueta y el vendedor está obligado a dar información veraz. Debe recordarse que algunos productos son caros y que no siempre darán los resultados esperados. Se recomienda hacer pruebas en pocas plantas antes de hacer aplicaciones generales.

f) Una regla en común para todos los fitorreguladores es que no pueden darse reglas generales para todos los cultivos y climas. Podría pues parecer que el uso de estos productos es en extremo inseguro y difícil. Sin embargo, en la horticultura y fruticultura tecnificadas, el uso de auxinas y giberelinas es ya rutinario pues, si bien establecer el uso óptimo es difícil, en muchos casos es decididamente ventajoso.

Por último, dice que en general, las soluciones de fitorreguladores se usan muy diluidas y se dan en partes por millón.

Por su parte, Tizio (1980) define a las fitohormonas como sustancias sintetizadas por la planta que, originadas en un lugar, por lo general se desplazan a otro y producen efectos fisiológicos definidos. Entre las más importantes menciona a las auxinas, giberelinas y citocininas.

Para Rojas y Ramírez (1987), el fin de la fitorregulación es hacer que la planta se conduzca en forma normal y correcta, aunque las condiciones ambientales sean adversas y que para lograr este fin opere con moléculas iguales o muy similares a las que se encuentran en la planta de modo natural.

En la actualidad existe evidencia suficiente para postular dos hechos básicos sobre la acción fundamental de las fitohormonas:

1) Las fitohormonas no actúan directamente a nivel del organismo sino de la célula, por ejemplo sobre la mitosis, el alargamiento celular, etc., de modo que sus efectos se hacen sentir en todos los fenómenos citológicos afectados.

2) La acción básica de las hormonas ocurre sobre los ácidos nucleicos a nivel de la transcripción del mensaje (DNA -->RNA) o de su traducción (RNA --> AMINOACIDO).

En cuanto al éxito de la aplicación de reguladores, Tizio (1980) afirma que éste se basa fundamentalmente en el estado fisiológico de las plantas tratadas. La acción de los reguladores depende de la edad, vigor, sanidad y, en especial, del estado nutricional de ellas, por lo cual se recomienda que su aplicación se acompañe con pulverizaciones de nutrientes por vía foliar.

Respecto a esto, Rojas y Ramírez (1987) señalan que de la ley de los factores limitantes se desprende que para tener respuesta a la aplicación de fitorreguladores es preciso que la planta no presente carencias de nutrientes o agua.

2.2.2 FITORREGULADORES HORMONALES

Los fitorreguladores más utilizados tienen moléculas iguales o muy similares a las hormonas naturales, por lo que se consideran como "hormonas sintéticas". (Rojas y Ramírez 1987).

A continuación se caracterizan brevemente los fitorreguladores hormonales:

2.2.2.1 GIBERELINAS

Paleg (1965), citado por Weaver (1972), dice que la giberelina puede definirse como un compuesto que tiene un esqueleto de

gibélica y estimula la división o la prolongación celular o ambas cosas.

Rojas (1978), afirma que las giberelinas tienen como acción básica el modificar el mensaje genético que lleva el RNA. Un típico síntoma es el de promover el crecimiento de las variedades enanas. También es típico que con aplicación de giberelinas las plantas puedan florecer en condiciones inadecuadas de horas luz o de frío.

Bidwell (1979) comenta que se ha sugerido que el ácido giberélico estimula una notable síntesis de RNAm y que se supone, pero no está comprobado, que actúan sobre el DNA.

Trabajos de Glaszicu citados por Bidwell (1979), señalan que las giberelinas tienen una variedad de efectos en la inducción de síntesis de enzimas y otros pasos del desarrollo.

El mismo Bidwell (1979) resume las acciones hormonales de las giberelinas en las siguientes:

- Alargamiento celular (no por el mecanismo de las auxinas)
- División celular
- Inducción de enzimas
- Floración (plantas de días largos)
- Contrarresta el letargo (antagoniza al ABA)
- Inhibición de la formación de órganos
- Floración precoz de los Árboles

Rojas y Ramirez (1987), indican que las giberelinas se obtienen por medio parcialmente biológico (fermentación) y químico (purificación) y que, en forma natural se sintetizan principalmente en las hojas jóvenes y en las semillas.

Se conocen más de 50 giberelinas diferentes de las que unas 40 aparecen en plantas superiores. A diferencia de las auxinas, su acción estimulante del crecimiento se manifiesta en un rango muy amplio de concentraciones, lo cual parece indicar que el número de receptores es muy grande o bien, hay una continua síntesis de ellos.

2.2.2.2. AUXINAS

Weaver (1972) explica que auxina es un término genérico que se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión de las células de los brotes. Algunas son naturales y otras son sintéticas. Por lo general son ácidos de núcleo cíclico insaturado o derivados de ellos.

Rojas (1978) dice que las auxinas son hormonas cuya acción fisiológica básica es sobre el mensaje del DNA, determinando que la planta sintetice proteínas y enzimas nuevas cambiando su química y fisiología. Los síntomas típicos son:

- a) Promover el alargamiento de las células a dosis bajas, causando un excesivo crecimiento. En cambio, a dosis altas, inhibe el crecimiento.
- b) En dosis bajas incrementa la respiración y en general la actividad fisiológica y, en dosis altas, la inhibe.

Bidwell (1979) resume las acciones hormonales de las auxinas de la siguiente manera:

- Formación de órganos (interactúa con las citocininas)
- Organización de tejidos (interactúa con otros factores)
- Estimulación de la división celular (interactúa con las citocininas)
- Alargamiento celular
- Relajación de la pared celular
- Síntesis del RNA y de las proteínas
- Dirección del transporte
- Efectos enzimáticos
- Producción de etileno
- Respuestas trópicas y násticas (a veces quizá debidas al etileno)
- Dominancia apical
- Prevención de la abscisión

Tizio (1980) comenta que las auxinas tienen la propiedad particular de estimular la extensión de la pared celular acompañada de una entrada de agua a la célula y, como consecuencia de ello, inducen alargamiento celular. Pueden ser fitohormonas como el ácido indolacético o reguladores sintéticos como el ácido indolbutírico o el ácido naftalenacético.

Rojas y Ramírez (1987) afirman que para tener acción auxínica, una molécula debe tener un radical ácido o ser fácilmente convertible a él, un anillo y, de uno a cuatro carbonos entre el carboxilo y el anillo.

Existen 3 grupos auxínicos:

- a) Derivados del Indol, de los que se usan mucho los ácidos indolpropiónico (IPA), indolbutírico (IBA) e indolacético (IAA).
- b) Derivados del Naftaleno, siendo de amplio uso los ácidos naftalenacético (NAA), naftoxiacético (NOXA o BNOA) y naftilpropiónico (NPA).
- c) Derivados Fenoxi, de los que se usan muchísimo los fenoxiclorados como herbicidas selectivos (2,4-D; 2,4,5-T; MCPA), pero que tienen aplicación como hormonas.

En forma natural, la auxina se sintetiza principalmente en el ápice del tallo y ramas jóvenes, en yemas y hojas jóvenes y, en general, en los meristemas. Posiblemente se sintetiza a partir del aminoácido triptófano.

Una característica de las auxinas es que a concentraciones bajas estimulan el metabolismo y desarrollo y a concentraciones altas lo deprimen.

Las auxinas, en interacción con otras hormonas, ejercen un efecto característico sobre la diferenciación celular, promoviendo la formación de órganos adventicios. Se dice que promueven una dediferenciación celular, retornando las células a una fisiología de meristemo, formando masas de células indiferenciadas o tumores que pueden causar la muerte, como en el caso de herbicidas auxínicos.

2.2.2.3 CITOCININAS

Para Weaver (1972), las citocininas provocan la división celular. Muchas citocininas exógenas y todas las endógenas derivan probablemente de la Adenina, una base nitrogenada de purina. Dos efectos sorprendentes de estas hormonas son provocar la división celular y regular la diferenciación de los tejidos cortados.

Rojas (1978) indica que las citocininas, al igual que las auxinas, interfieren con el DNA y coincide con Weaver al señalar que los síntomas típicos son promover la división celular y el retardar los síntomas de senectud en la planta, por lo que se le llama "hormona juvenil".

Bidwell (1979) afirma que las citocininas no se mueven con tanta facilidad en la planta como las giberelinas y auxinas, pero dice que existe evidencia de que éstas se forman en las raíces y se transportan a hojas y tallos. Afirma que las citocininas son constituyentes del RNA y resume sus acciones en las siguientes:

- Alargamiento celular
- División celular (inducción y promoción; interactúa con las auxinas)
- Formación de órganos (interactúa con auxinas)
- Contrarresta el letargo
- Liberación de la dominancia apical
- Prevención de la senescencia
- Movilización de los nutrientes
- Regulación de los polirribosomas

Tizio (1980) define a las citocininas como aquellos reguladores del crecimiento, naturales o sintéticos, que estimulan fundamentalmente la citocinesis o formación del fragmoplasto en la división celular, previa cariocinesis. Además, interaccionan con otros factores de crecimiento. Señalan que las citocininas son derivados de adenina sustituidos en el N° de la molécula.

Nitsch (1958), citado por Tizio (1980), agrupa en tres categorías los efectos fisiológicos de las citocininas:

- a) Los ligados a la división celular (involucran la participación de cierto tipo de ADN)
- b) Los no ligados a la división celular (implican la promoción de la síntesis protéica)
- c) Los ligados a la diferenciación de yemas (papel importante de las citocininas)

Las citocininas, según Rojas y Ramírez (1987), se sintetizan principalmente en la raíz, pero hay informes de su síntesis en las hojas.

Entre las citocininas sintéticas más utilizadas se encuentran la benciladenina (BA) y la furfuriladenina o cinetina.

2.2.3 FITORREGULADORES NO HORMONALES

Rojas y Ramírez (1987) hablan de que en años recientes se han sintetizado moléculas que tienen gran actividad biológica, algunas de las cuales tienen parecido estructural y, probablemente funcional, con coenzimas. Sin embargo, hay otras sin parecido a ninguna molécula natural, pero por alguna razón son activas en el metabolismo. De estos compuestos, conocidos como fitorreguladores no hormonales, mencionaremos algunos que tienen importancia para el presente trabajo.

2.2.3.1 FOLCISTEINA (Acido acetil-tiazolidín carboxílico)

Esta tiene una acción en parte similar a las coenzimas respiratorias, puesto que es un derivado cíclico de la cisteína, aminoácido que forma parte de las enzimas deshidrogenasas y permite la oxidación del sustrato respiratorio gracias al grupo SH que lleva. La folcisteína libera lentamente dicho grupo y propicia el metabolismo energético. Se dice que también aumenta el contenido de auxina.

2.2.3.2 CLOROMEQUAT

El cloromequat o Cloruro de Cloroetiltrimetilamonio es un producto de cuya acción se dice que es antigiberélica, pues tiene efectos contrarios al GA. Su acción es parecida a la colina (molécula muy activa en el metabolismo) y con la betaina (aparece en condiciones de estrés por sequía). Uno de los efectos típicos es dar resistencia al estrés.

2.2.3.3 OTROS FITORREGULADORES NO HORMONALES

Existen muchos otros productos cuya acción fisiológica se desconoce y resulta de más difícil especulación, pero cuyos efectos se han comprobado. Tal es el caso de los siguientes productos que mencionan Rojas y Ramírez (1987):

<u>PRODUCTO</u>	<u>EFECCO OBSERVADO</u>
Daminozide	Tallos cortos y floración profusa
Cloruro de nepiquat	Amarre floral en algodonero
Hidrazida maléica	Evita chupones en tabaco y brotación de yemas en papas y cebollas almacenadas
Glifosine	Aumenta sacarosa en caña
Pacloubtrazol	Aplicaciones en manzano

2.2.4 FITORREGULADORES COMPLEJOS

Rojas y Ramírez (1987) los definen como productos de gran complejidad, tanto porque llevan además de hormonas otras fracciones metabólicamente activas, como porque uno de sus componentes es un extracto vegetal que contiene muchísimas moléculas bioactivas y probablemente es variable. Algunos de estos compuestos son:

- Agrostemín (alanoína + ácido fólico + aminoácidos)
- Biofol (extractos vegetales + elementos menores)
- Biozyme (extractos vegetales + GA + elementos menores)
- Culbac (Extractos de fermentación del lactobacilo)
- Cytex (extractos de algas con citocininas)
- Citozyme (ext. de algas con citocininas + elem. menores)
- Gapol (auxinas + metabolitos nitrogenados + elem. men.)
- Power geyer (ácido húmico + GA + elementos menores)
- PP341 (giberelinas + auxina + difenil urea)

El uso de estos productos puede dificultar su evaluación, pues no se sabe con certeza qué efectos deben atribuirse a cual de sus fracciones. Generalmente, su uso no es con un fin preciso, sino para estimular el rendimiento.

2.2.5 HORMONAS Y FITORREGULADORES EN LA FLORACION

Weaver (1972), afirma que quizá haya hormonas naturales que tienen una función importante en la inducción de yemas florales, lo que se respalda por el hecho de que, con frecuencia, los reguladores exógenos del crecimiento motivan o fomentan la floración, o bien, la impiden o retrasan. Al respecto, cita

reportes de Chailakhian (1968), Hillman (1962), Lang (1958), Searle (1965) y Evans (1971).

Rojas (1978), dice que la floración de muchas plantas depende de termoperiodos y/o fotoperiodos, pues ellos inducen la síntesis de hormonas y de inhibidores. Dice que las principales hormonas de la floración son las giberelinas, las auxinas -cuya interacción aún no está bien analizada- y, se sabe que debe haber una hormona aún no aislada que se ha prebautizado como "florigén".

A éste respecto, Bidwell (1979), clasifica como compuestos hipotéticos que causan la floración al florigén, la vernalina y la antesina. Asimismo, comenta que se ha sugerido que la iniciación floral es una mera consecuencia del rápido crecimiento causado por el ácido giberélico y no, realmente, un efecto de la hormona. La respuesta a éste problema no está aún clara. Sin embargo en árboles induce a florecer años antes de lo que tardarían normalmente en florecer.

Mitchell y Livingston (1979), exponen que, aunque las investigaciones para acelerar el tiempo de florecimiento de plantas (bianuales y leñosas) es un campo importante, los métodos utilizados involucran simplemente la aplicación de un regulador en solución con la tierra que rodea a las raíces o a las partes situadas por encima del terreno, como pasta o aspersión.

Comentan que el tiempo que necesitan las plantas tratadas para comenzar a echar flores en comparación con el que necesitan otras plantas similares no tratadas, es una buena medida de la eficiencia del compuesto.

Tizio (1980), expone que los reguladores ejercen los siguientes efectos fisiológicos respecto de la expresión de la floración:

- a) Inducción floral por pulverización del follaje.
- b) Modificación cuantitativa del comportamiento floral.
- c) Modificación de los requerimientos fotoperiódicos para la inducción de la floración.

Aunque los efectos de los diversos fitorreguladores sobre la floración de diferentes cultivos varían mucho entre especies, entre dosis aplicadas, entre localidades, etc., se puede tener una idea general de su comportamiento.

Así, Weaver (1972), reporta que en trabajos de Wittwer y Bukovac (1957 b), las giberelinas demostraron estimular la floración temprana en plantas de día largo.

Tizio (1980), en general, reporta que el ácido giberélico adelanta la floración en diversos cultivos, al tiempo que señalan que las auxinas estimulan el raleo de flores cuando se les aplica temprano durante la floración, mientras que inducen el efecto opuesto en estadios posteriores. En piña, el ácido naftaleno acético induce la floración en dosis de 10 - 50 mg/l; en rosáceas retrasa la floración en dosis de 100 - 125 mg/l. Por otra parte,

el cloromequat (CCC), que es un fitorregulador sintético, acelera la floración del frijol en días largos.

Rojas y Ramirez (1987) comentan que las giberelinas se han considerado como un sustituto de la vernalización y sin duda están involucradas en el proceso fotoperiódico. Afirmar que el GA es quizá la única hormona que interacciona con el fitocromo, el receptor que dice a la planta las horas de luz diarias que recibe y que hace que las plantas se ajusten a su fotoperíodo para florecer. Es por ello que los efectos del GA en la movilización de nutrientes son los generales de activación del flujo.

Se han obtenido resultados positivos en soya con GA₃ a 100 ppm; en tomatero con GA₄₋₇ a 25 ppm; en lilas con GA₃; y en algunas coníferas. Pero se han observado respuestas negativas con aplicación de GA en duraznero, chabacano, peral, manzano y cítricos, pues reduce la formación de flores. Así, Monselise y Goren, citados por Rojas y Ramirez (1987), lograron aumentar la floración en cítricos con daminozide (antigiberélico) y pudieron romper el ciclo de alternancia.

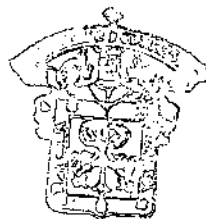
Las auxinas también afectan la floración. Castro (1980) citado por Rojas y Ramirez (1987), aumentó el periodo de floración en soya con IAA a 100 ppm. El NAA induce la formación de flores en piña, litchi y manzano. También el 2,4-D estimula la floración en piña. Algunos ácidos oxiaacéticos favorecen la floración en papayo y limonero.

Las citocininas se han empezado a utilizar para este fin en varias especies. La BA a 10 ppm estimula la floración en tomatero y en manzano a 500 ppm. También en la vid, la floración se estimuló con citocinas. En *Chenopodium rubrum* la cinetina inhibió la floración.

El etileno estimula la formación de flores en cucurbitáceas, en mango y en manzano. En duraznero y en mezclas con GA, retardaron la floración.

Con fitorreguladores no hormonales daminozide y cloromequat han tomado gran importancia en floricultura.

En maíz y en cereales en general, el papel de los fitorreguladores es doble: aumentan la capacidad de rendimiento (macollaje, área foliar, etc.) en condiciones normales, y regulan el metabolismo y desarrollo bajo condiciones adversas. Sin embargo no presentan reportes sobre el comportamiento de la floración.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

2.3 FERTILIZANTES FOLIARES

2.3.1 NUTRICION FOLIAR

Resnik (1980) comenta que aunque las plantas terrestres no absorben normalmente muchas sales a través de la superficie de las hojas, lo hacen fácilmente cuando se les aplican nutrientes en solución. Señalan que esto ha conducido a técnicas de alimentación foliar que son de gran importancia en la agricultura, tanto en lo referente a macro como a micronutrientes.

Rodríguez (1982) señala la conveniencia de la aplicación foliar por medio de aspersiones aéreas y la de combinar dicha práctica con las de tratamientos terapéuticos (insecticidas, fungicidas, etc.). Indica que la aplicación foliar es un medio tanto de corrección complementaria de fertilización como una forma única de suministro de algunos elementos.

También explica que las pulverizaciones de N, P y K tienen la dificultad de que se requieren un gran número de aplicaciones para llegar a suministrar las dosis necesarias, debido a las limitaciones de la absorción foliar, tanto desde el punto de vista de la cantidad y concentración de la solución como de no sobrepasar los niveles de toxicidad de cada elemento.

Resnik (1980) apunta una amplia serie de factores que afectan la absorción foliar. algunos de ellos son los siguientes:

- Superficie, forma y distribución de las hojas
- Humectabilidad de las hojas o capacidad de las superficie foliar de estar en contacto íntimo con la solución
- Tiempo de contacto de la solución sobre la superficie foliar
- Edad de las hojas
- Clima (influye en la evaporación y en la existencia de rocío que puede redissolver residuos no absorbidos)
- Apertura estomática (influencia aún no bien determinada)
- Intercambio iónico de la cutícula y las paredes celulares con la solución

2.3.2 FUNCIONES DEL NITROGENO

Tisdale y Nelson (1966) dicen que el nitrógeno tiene una vital importancia para la nutrición de la planta e indican que éste elemento entra a la planta en forma de nitrato (NO_3^-) y de

amonio (NH_4^+), aunque puede ser que entre en forma de ácidos nucleicos o de aminoácidos solubles en agua. Pero de cualquier forma, el nitrógeno es transformado en el interior de la planta a las formas de N^{-3} , NH^{-2} o NH_2^{-1} , el cual es elaborado en compuestos más complejos y finalmente transformado en proteínas, la mayoría de las cuales son enzimas y bastantes otras son nucleoproteínas (algunas presentes en los cromosomas).

En tales compuestos, las proteínas sirven como catalizadoras y directores del metabolismo. Además, el N forma parte de la molécula de clorofila y también se relaciona con la utilización de los carbohidratos.

Finalmente, señalan que un adecuado suministro de N está asociado con vigorosos crecimientos vegetativos y un intenso color verde. Cantidades excesivas de N pueden, bajo ciertas condiciones, prolongar el periodo de crecimiento y retrasar el de madurez, aunque éste último efecto, comentan, no es tan importante como se ha considerado a veces.

Resnik (1980) explica que el N es esencial para las plantas debido a que entra en la composición de muchos compuestos orgánicos, tales como aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos y clorofila.

Un efecto muy importante que señala del exceso de N, es el de que retarda la floración y la formación de semillas en algunos cultivos agrícolas. También comenta que el N ocasiona un aumento en la respiración.

Rodríguez (1982) sustenta que el N cumple importantes funciones bioquímicas y biológicas en la planta, siendo un elemento muy móvil. Además de en los compuestos señalados por los anteriores autores, dice que el N interviene en la formación de hormonas.

Por otro lado, expone que el vigor vegetativo propiciado por el N se manifiesta en el aumento de la velocidad de crecimiento, determinado por un aumento de volumen y peso.

También comenta que el N es rápidamente absorbido por vía foliar y que las aspersiones con urea son muy comunes en diversos cultivos. Dice que el N tiene muy alta movilidad en la absorción foliar.

2.3.3 FUNCIONES DEL FOSFORO

Richter (1980) indica que el P es absorbido por la planta en su forma oxidada como ortofosfato y entra al metabolismo directamente como fosfato o ácido fosfórico. Con esto el P es activo en las células en forma del mismo compuesto que es absorbido y transportado por el organismo vegetal. Dice que este elemento contribuye decisivamente para la síntesis de compuestos celulares importantes. Así, los ésteres del ácido fosfórico

tienen un papel dominante en los procesos metabólicos : fotosíntesis, glicólisis, ciclo del pentosafosfato, y síntesis de ácidos nucleicos.

Tisdale y Nelson (1966) afirman que un adecuado suministro de P en las primeras etapas de la vida de la planta es importante en el retraso del crecimiento de las partes reproductivas. El P también se ha asociado con la pronta madurez de los cultivos, particularmente los cereales, y su carencia es acompañada de una marcada reducción del crecimiento de la planta. Se le considera esencial en la formación de semilla y se le encuentra en grandes cantidades en semillas y frutos.

Dicen que un buen suministro de fósforo está asociado con un incremento del crecimiento de las raíces, con la activación de la madurez de las plantas, con una mayor solidez de la paja de los cereales, con un incremento de la calidad de ciertos frutos, granos, forrajes y hortalizas y, con un aumento en la resistencia a enfermedades. Concluyen asegurando que, en efecto, el P es un elemento esencial y constituyente de los procesos de transferencia de energía tan vitales para la vida y el crecimiento.

Devlin (1980) indica que el P se encuentra en fuertes concentraciones en los tejidos meristemáticos de diversas regiones de la planta, sedes de un activo crecimiento e interviene allí en la síntesis de nucleoproteína. Interviene, además, a través del ATP, en la activación de los aminoácidos que intervendrán en la síntesis protéica de este compuesto.

Vale la pena mencionar una cita de temas anteriores, en la que Tanaka y Yamaguchi (1972) aseguran que la aplicación de fósforo acelera la floración femenina del maíz.

2.3.4 FUNCIONES DEL POTASIO

Tisdale y Nelson (1966) afirman que el potasio es un elemento mayor que es absorbido por las plantas en forma de ión K^+ , que es móvil y se translada a los tejidos jóvenes meristemáticos en casos de deficiencia. Apuntan que, a diferencia de otros elementos, no forma parte de componentes vegetales tales como protoplasma, grasa y celulosa, sino que su función es, más bien, de naturaleza catalítica e imprescindible para las siguientes funciones fisiológicas:

- Metabolismo de carbohidratos o formación y transformación del almidón
- Metabolismo del N y síntesis de proteínas
- Control y regulación de las actividades de varios elementos minerales esenciales

- Neutralización de los ácidos orgánicos
- Activación de varias enzimas
- Promoción del crecimiento de los tejidos meristemáticos
- Ajustes de la apertura de los estomas y relaciones con el agua

Nason y Mc Elroy (1963), citados por Devlin (1980), dicen que aunque la deficiencia de K puede afectar procesos tan diversos como la respiración, fotosíntesis, aparición de clorofila y contenido de agua de las hojas, el papel específico de dicho elemento en las plantas es desconocido hasta ahora. Las concentraciones más elevadas de K se localizan en las zonas meristemáticas, lo que concuerda con los hallazgos de Webster (1953, 1954 y 1956), citados por Devlin (1980), en el sentido de que el K es activador de enzimas que intervienen en la síntesis de ciertas uniones peptídicas. Además, comenta Devlin (1980), el K puede actuar también como activador de varias enzimas que intervienen en el metabolismo glucídico.

2.4 HERBICIDAS

2.4.1 CONCEPTOS GENERALES

La National Academy of Sciences -N.A.S.- (1978) define a los herbicidas como los agentes químicos que matan plantas o inhiben su crecimiento. Señala que se han hecho intensos estudios de las respuestas morfológicas y anatómicas de las plantas a los herbicidas, los cuales causan grandes cambios morfológicos en las plantas como resultado de los efectos sobre las distintas células. La naturaleza exacta de estos efectos tienen relación con el agente químico, su concentración, la especie de la planta y el tejido vegetal y su fase de desarrollo. El fundamento de los síntomas visibles es el efecto que tiene el herbicida en la bioquímica de la planta.

Klingman y Ashton (1990) comentan que cuando un herbicida entra en contacto con la planta, su acción queda asociada tanto a la anatomía y morfología de la planta como a numerosos procesos fisiológicos y bioquímicos que ocurren dentro de la planta. Entre otros procesos podrían enumerarse los siguientes:

- Absorción
- Translocación
- Destino molecular del herbicida en la planta
- Efecto del herbicida sobre el metabolismo

La interacción de estos factores con el herbicida determina el efecto específico de un herbicida sobre una planta dada. Cuando una planta es más tolerante que otra al producto químico, entonces dicho producto se considera como selectivo.

Los procesos de la vida de la planta son muchos y variados, son muy complejos y se encuentran debidamente equilibrados. Cuando uno de dichos procesos es perturbado aunque sea muy levemente, se desencadena una serie de eventos que podrían modificar ampliamente el metabolismo de las plantas. Así, es difícil comprender cómo actúan los herbicidas debido a la complejidad del problema.

2.4.1.1. ABSORCION

La N.A.S. (1978) explica que la mayoría de los herbicidas penetran por el follaje o las raíces, algunos por el tallo. Tanto el haz como el envés de las hojas absorben herbicidas y, dicha absorción puede ser estomática o cuticular; por estomas abiertos, estomas acuíferos, lenticelas y fisuras naturales; por picaduras de insectos y otras imperfecciones de la cutícula; por tricomas glandulares y no glandulares; directamente sobre las venas; y sobre paredes epidérmicas anticlinales.

Al menos al principio, la entrada en la cutícula es por difusión, pero entre las especies vegetales hay amplias variaciones de composición química, estructura, función y apariencia física de la capa epidérmica. También existen diferencias entre plantas de una especie como resultado de la edad y de condiciones ambientales como temperatura, precipitación, altitud, vientos, luz ultravioleta y visible y humedad relativa.

Rojas (1978) menciona que existen sustancias que facilitan la penetración del herbicida en la planta y que se llaman agentes humectantes. Dichas sustancias rompen la cohesión molecular del agua de modo que las gotitas que caen sobre la epidermis aumentan su superficie de contacto. O bien, hay sustancias cuyas moléculas tienen un extremo soluble en agua y otro soluble en grasas y ceras, así que forman un puente molecular entre el agua y la cera de la hoja.

2.4.1.2 TRANSLOCACION

Detroux (1967) clasifica a los herbicidas, en función del modo de acción, en herbicidas de contacto, los que afectan principalmente las partes rociadas y, en herbicidas de translocación o de acción interna, los que se absorben en una porción de la planta y ejercen su acción en otra parte de la misma.

Klingman y Ashton (1980) explican que los herbicidas son translocados dentro de la planta a través del sistema simplástido, del sistema apoplástido y de una translocación intercelular.

Por su parte, la N.A.S. (1978) detalla que el sistema simplástido incluye el mecanismo de transporte del floema y el sistema apoplástido incluye la corriente del xilema.

Rojas (1978) dice que los productos que son transportados en la corriente de alimentos elaborados por el floema, deben aplicarse al follaje, mientras que los que se transportan junto con el agua y las sales por el xilema, deben aplicarse al suelo para que sean absorbidos por la raíz.

2.4.1.3 METABOLISMO DE LA PLANTA

La N.A.S. (1978) explica detalladamente el efecto de los herbicidas en las plantas. Comenta que las respuestas visibles de las plantas abarcan toda una variedad que va desde el enanismo o cese del crecimiento, pasando por drásticas aberraciones morfológicas y una rápida desecación, hasta llegar a la muerte. Esto implica efectos en varios procesos vegetales, de los cuales describe detenidamente efectos morfológicos y anatómicos, efectos en la absorción de agua y nutrientes, efectos en la fotosíntesis,

efectos en la respiración, interacción con el ácido nucléico y el metabolismo de las proteínas, interacción con las hormonas vegetales y efectos en las enzimas. Habla también de los procesos de detoxificación y degradación de los herbicidas en el metabolismo de las plantas.

Klingman y Ashton (1980), por su parte, indican que al hablar del metabolismo de las plantas se hace referencia a numerosas reacciones bioquímicas que se efectúan en el protoplasma de numerosas células de plantas vivas. Un herbicida puede interferir inicialmente en una reacción bioquímica simple o bien, en varias reacciones a la vez. Las reacciones bioquímicas están interconectadas y frecuentemente, cuando una reacción es afectada por un herbicida, las otras prontamente son alteradas.

2.4.1.4 SELECTIVIDAD

La N.A.S. (1978) expone que entre la aplicación de un herbicida y su efecto final en la planta se interponen una serie de barreras, cualquiera de las cuales puede limitar la acción herbicida. En el caso de plantas cultivadas, el funcionamiento efectivo de estas barreras puede proporcionar la resistencia deseada al herbicida. La expresión "selectividad de los herbicidas" se refiere al uso de un agente químico para que destruya una especie vegetal determinada de una población mixta sin que dañe o no afecte más que en forma ligera a otras plantas. La selectividad de todos los herbicidas es relativa. Las barreras que impiden que un herbicida produzca los efectos letales difieren de una planta a otra en un mismo habitat, y se pueden encontrar en cada uno de los cuatro pasos de la vía crítica que recorre el herbicida:

- 1) Lograr contacto superficial con la planta
- 2) Penetración en la planta
- 3) Translocación hasta un punto de acción tóxica y
- 4) Disrupción de una función vital

Para Detroux (1967) la selectividad puede ser física, si la penetración del producto depende de factores anatómicos de la planta (cutícula impermeable), o fisiológica, si el producto absorbido por la planta es tolerado.

Klingman y Ashton (1980), al hablar de selectividad, dicen que ante determinados herbicidas, algunas plantas mueven o retrazan su crecimiento, mientras que otras lo toleran perfectamente. Un herbicida es selectivo sólo dentro de ciertos límites, los cuales están definidos por una compleja interacción entre las plantas, el herbicida y el ambiente.

La respuesta de las plantas a un producto químico puede ser modificada por siete factores: edad, grado de crecimiento, morfología, fisiología, procesos biofísicos, procesos bioquímicos y herencia genética.

El efecto de los herbicidas se ve determinado por su configuración molecular, toxicidad, concentración, formulación y el modo de empleo.

Los factores ambientales que más afectan la selectividad son la textura del suelo, la precipitación o el riego y la temperatura.

Panthus et al. (1972), citados por Jugenheimer (1976), indican que la selectividad de los herbicidas puede deberse a diferencias entre el cultivo y las malezas en uno o más de los siguientes procesos: asimilación, translocalización e inactivación o descomposición del herbicida. Sin embargo, estas diferencias frecuentemente son pequeñas y dependen de factores climáticos y del suelo. En consecuencia, cambios ligeros en las dosis, así como los efectos de la interacción herbicida - medio ambiente, pueden modificar el grado de selectividad en forma determinante.

Jugenheimer (1976) asegura que las diferencias genéticas entre líneas puras y los híbridos pueden variar hasta el grado en el cual, el maíz es dañado por las aspersiones con sustancias químicas.

2.4.2 ACIDO 2,4-DICLOROFENOXIACETICO

Detroux (1967) comenta que el empleo del 2,4-D como herbicida selectivo fué propuesto por Mitchell y Hammer en 1944.

La N.A.S. (1978) explica que el ácido 2,4-Diclorofenoxiacético y sus sales, ésteres y amidas son muy tóxicos para una gran diversidad de plantas, de las cuales, las gramíneas son más tolerantes que las dicotiledóneas. Son herbicidas orgánicos de buena selectividad y sobresaliente translocación. Los diversos derivados varían en gran medida respecto a su solubilidad.

El 2,4-D pertenece al grupo de los ácidos fenoxialifáticos, el cual lo constituyen diversos derivados de anillo benceno sustituido. También son posibles las variaciones de la porción del ácido alifático. Los halógenos y los hidrocarburos son sustitutos eficaces del anillo.

Estructural:



Aún no se conoce el modo de acción de los ácidos fenoxialifáticos ni el mecanismo por el que se producen respuestas herbicidas. El agotamiento respiratorio, la proliferación celular, la formación de materiales tóxicos y la

activación del metabolismo de los fosfatos pueden contribuir a la acción letal. Además pueden surtir efectos en el nivel de auxina endógena natural y tal vez modifiquen el metabolismo del ácido nucleico.

En la planta, algunos ácidos fenoxialifáticos sustituidos B-oxidan un número par de átomos de carbono formando el derivado fitotóxico del ácido acético.

Klingman y Ashton (1980) determinan que uno de los efectos más obvios del tratamiento con 2,4-D es la torcedura y curvatura (epinastia) de las plantas que, generalmente desarrollan hojas, tallos y raíces grotescos y mal formados. El compuesto químico parece concentrarse en los tejidos jóvenes, ya sean embrionarios o meristemáticos, los cuales crecen rápidamente. Estos tejidos se ven más afectados que otros más maduros o relativamente inactivos.

En estudios histológicos realizados en maíz, se ha demostrado que el cambium, la endodermis, el periciclo embrionario, el parénquima del floema y los rayos del floema muestran división celular activa; el parénquima de la corteza y del xilema muestran poca respuesta al tratamiento con 2,4-D; y la epidermis, la médula, el xilema maduro, los tubos cribosos y el periciclo diferenciado no dan respuesta alguna.

La mayoría de las raíces adventicias se desarrollan a partir del periciclo y, si éste se encuentra desarrollándose rápidamente durante el tratamiento con 2,4-D, el número y la estructura de las nuevas raíces pueden ser cambiados. Cuando se aplicaron de 1 a 1.5 lb/acre de 2,4-D, durante la etapa de ocho hojas (1 pie de alto), las raíces del maíz sufrieron una proliferación de ramificaciones vigorizadas; sin embargo, la productividad no se vió afectada.

Hanson y Slife (1969), citados por Klingman y Ashton (1980), propusieron que la causa inmediata de la muerte de una planta tratada con 2,4-D es una disfunción fisiológica instalada debido a su crecimiento anormal, el cual, a su vez, se debe a un metabolismo anormal del ácido nucleico.

Lee (1951), citado por Jugenheimer (1976), consignó que podría esperarse cierto daño por el uso de 2,4-D en el maíz, cuando las temperaturas y las condiciones de humedad fueran favorables para el crecimiento rápido. Los síntomas del daño fueron el acame temporal, debilidad de la planta, mala formación de las ramificaciones de la raíz y el enrollamiento de las hojas. Los rendimientos fueron afectados en algunos casos, en otros no, dependiendo de la severidad del daño y de la habilidad de las plantas para superar con la edad los efectos del producto.

2.4.3 ATRAZINA

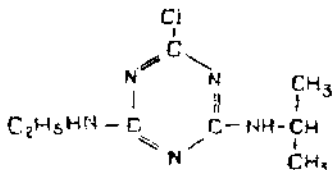
Detroux (1967) incluye a la atrazina en el grupo de los derivados de la triazina simétrica y en el sub-grupo de los cloro-diamino-s-triazinas, llamados abreviadamente clorotriazinas.

Los derivados de la s-triazina se caracterizan por un ciclo hexagonal que encierra tres átomos de nitrógeno alternándose con átomos de carbono.

Las clorotriazinas se caracterizan por una solubilidad en el agua muy débil y una actividad residual muy considerable.

La atrazina o 2-cloro-4-etilamino-6-isopropil-amino-s-triazina, es un polvo cristalino de color blanco con selectividad fisiológica para el maíz y con efecto herbicida tanto pre-emergente como en post-emergencia temprana.

La estructura de la atrazina es la siguiente:



La N.A.S. (1978) indica que las triazinas en general, son poderosos inhibidores de la fotosíntesis y que la selectividad depende de la capacidad de las plantas tolerantes para desactivar la triazina y de la cantidad de la misma que llega a la planta. Se sabe que las plantas de maíz convierten las clorotriazinas al derivado hidroxil en cuya reacción interviene como mediador un constitutivo del maíz, a saber, 2,4-dihidroxi-7-metoxi-1,4-benzolazim-3-ona.

Klingman y Ashton (1980) señalan que la atrazina es un sólido cristalino de color blanco con una solubilidad en el agua de 33 ppm, cuya formulación puede ser como polvo humectable, como fluido de suspensión líquida y en forma granular. La DL₅₀ de la atrazina es de 3 080 mg/kg.

Baumgartner y Myers (1972), citados por Jugenheimer (1976), cultivaron 2 variedades de maíz, la Pioneer 3306 (resistente) y la WF9 x 39-11 (susceptible) en un invernadero, a dos niveles de atrazina, prometrina y una combinación igual de ambas. Parece que la atrazina estimula el crecimiento en las tres primeras semanas de desarrollo. Los herbicidas afectaron el crecimiento de las raíces laterales en las dos variedades. Sin embargo, hubo una respuesta de crecimiento varietal definida.

Rojas (1978) afirma que las clorotriazinas se transportan solamente por el xilema, razón por la que deben aplicarse al suelo. Interfieren con la fotosíntesis pero también tienen otro efecto, al parecer, relacionado con la reducción de los nitratos, impidiéndose la síntesis de aminoácidos. Los síntomas son clorosis a veces con engrosamiento de las hojas.

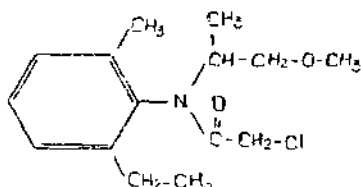
Sin embargo, a pesar de lo señalado anteriormente por rojas, tanto los boletines informativos como las etiquetas de los productos (Gesaprim 50 y Primagram 500 FW), aseguran que la absorción de la triazina se realiza tanto por vía radicular como foliar. Posiblemente se refieran únicamente al estado de plántula; no obstante, no hacen la aclaración pertinente.

2.4.4 METOLACLOR

Thomson (1983) dice que el Metolaclor es una acetamida utilizada como herbicida pre-emergente selectivo. Es conocida también con otros nombres como CGA-24705, Dual y Ontract.

El Metolaclor o 2-cloro-N (2-etil-6 metilfenil)-N-(2-metoxi 1-metiletil) acetamida, fué creado en 1974 por la CIBA-Geigy Chemical Company. Su toxicidad es de una DL₅₀ de 2 780 mg/kg. Puede causar irritación de ojos y piel. Es tóxico para los peces.

La estructura química del Metolaclor es la siguiente:



El Metolaclor es selectivo para maíz y se aplica a razón de 1 - 4.5 kg i.a./ha. Su solubilidad en agua es de 530 ppm y puede ser aplicado en combinación con muchos otros herbicidas, dependiendo del cultivo. En mezcla 1:1 con atrazina constituye el Primagram. Es absorbido por los brotes de plántulas y de semillas en germinación. Mezclado con otros herbicidas puede controlar malezas en derechos de vías de ferrocarril. Puede ser aplicado con fertilizantes líquidos o impregnado en fertilizantes secos.

Según reza la etiqueta del producto (Primagram 500 FW), el Metolaclor inhibe la germinación y el crecimiento de las células y es absorbido por el coleóptilo y luego por los brotes todavía subterráneos del tallo y las raíces. Dentro del rango de acción, el Metolaclor ejerce un efecto agresivo en zacates y (*Cyperus esculentus*) (coquillo amarillo).

III. - MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA

El presente trabajo se estableció en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara, ubicados en el predio "Los Belenes", municipio de Zapopan, Jalisco. Dicho predio se localiza, según cartas topográficas del INEGI, a los 20°44'18" de latitud Norte y a los 103°22'20" al Oeste del meridiano de Greenwich y a una altura de 1 700 m SNM.

El trabajo se estableció sobre una superficie de 1 242 m² en suelos regosol de textura franco arcillo arenosa y de pH 5 con una pendiente aproximada del 1 %.

3.2 CLIMATOLOGIA

Por sus características climáticas, el valle de Zapopan está considerada como de alta eficiencia termo-pluviométrica para el cultivo del maíz pues, según datos del Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara, la precipitación media anual es de 906.1 mm, 1 419.2 mm como máxima y 409.5 mm como mínima. La temperatura máxima media en el año es de 36.1°C y la mínima de 11.0°C. El promedio de días despejados en el año es de 218.3 y los vientos dominantes son del este con una velocidad promedio de 8 km/hr.

El clima de Zapopan, según carta de climas del INEGI (que utiliza el sistema de Köppen modificado por García y los datos de la estación 14-123), se clasifica como:

A (C) w₀ (w) (i') g

Es decir, es un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano y menos del 5 % de lluvia invernal; con poca oscilación anual de temperaturas medias mensuales, entre 5 y 7°C y con la presencia del mes más cálido antes de junio.

3.3 DESCRIPCION DEL MATERIAL GENETICO

El material utilizado fué una cruce simple denominada (7A x 13), cuyas líneas progenitoras Trejos se obtuvieron por selección de la variedad Poza Rica 7843 de CINMYT -material proveniente de la raza Tuxteño.

La línea 7A es blanca-crema intermedia, de hoja delgada, abierta o semiabierta, buena uniformidad de planta y mazorca, espiga semiabierta y de buen tamaño, un tanto morada, tiene buena

adaptación a las áreas tropicales y sub-tropicales con floraciones a los 70 y 90 días respectivamente; la planta es vigorosa, con altura alrededor de los 2.0 m y porte bajo de mazorca, tolerante a manchas foliares, presenta buena heterosis pero tiene mala cobertura.

La línea 13, por su parte, es blanca dentada, de hojas delgadas semi-erectas, buena uniformidad de planta y mazorca, buena calidad de tallo, espiga mediana, buena adaptación en las áreas en que se ha probado con floraciones de 65 días en áreas tropicales y de 95 en áreas sub-tropicales; la planta tiene color morado, no muy tolerante a las enfermedades foliares pero proporciona muy buena heterosis tanto en cruza simples como en dobles.

En cuanto a la cruz (7A x 13), cabe mencionar que presenta una germinación del 90 %, la altura de planta es de 2.96 m, mientras que la altura de mazorca es de 1.20 m; el tipo de hoja es abierta, color del tallo semi-morado, tipo de espiga semi-abierta, color de hoja verde oscuro, color de espiga semi-morado, color de estigma rosado, floración masculina de 76 días y floración femenina de 77 días, con intervalos de floración masculina y femenina de 11 y 13, respectivamente, presenta buen rendimiento como hembra para cruzamientos.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la ejecución de este trabajo se utilizó un diseño bifactorial con arreglo en parcelas divididas y una distribución de bloques al azar, en donde se probaron 27 tratamientos en 3 repeticiones.

Las parcelas experimentales estuvieron constituidas por tres surcos de 5 m de largo separados entre sí a una distancia de 0.80 m. Como parcela útil se tomó la parcela experimental para los conteos de floración y el surco central para el rendimiento y algunos de sus componentes.

3.4.1 TRATAMIENTOS

Se probaron tres tipos de productos en aspersión al follaje: fitoreguladores, fertilizantes foliares y herbicidas.

De cada uno de ellos se utilizaron tres productos a la dosis comercial recomendada con cero, con una y con dos aplicaciones, cada una de la últimas a los 40 y 50 días, respectivamente.

La selección de los productos se hizo en base a la poca información específica que se pudo obtener, pues no se encontraron referencias en cuanto al propósito que perseguía este

trabajo. Asimismo fué difícil precisar las dosis a utilizar, razón por la que se decidió aplicar aquellas recomendadas comercialmente para así, en forma exploratoria, marcar un punto de referencia para futuros trabajos.

De esta manera, fueron probados 27 tratamientos, los cuales se presentan en el CUADRO 1.

3.4.2 ANALISIS DE VARIANZA

El análisis de varianza se practicó a las tres variables consideradas más importantes: floración masculina, floración femenina y rendimiento.

El modelo de análisis de varianza para el diseño de parcelas divididas con distribución de bloques al azar, según Steel y Torrie (1966), se presenta en el CUADRO 2.

3.4.3 COMPARACION DE MEDIAS

Una vez realizado el análisis de varianza, se procedió a realizar la comparación de medias, para la cual se utilizó la prueba de Tukey debido a que ésta es aplicable existiendo o no diferencias significativas en el ANVA y, además, es una prueba más intensa en la que, según explica Reyes (1985), las diferencias de las medias comparadas tendrán que ser mayores al valor calculado de Tukey para poder considerarlas como significativas.

El valor de Tukey se obtiene de la siguiente manera:

$$w = q(p, N_2) S\bar{x}$$

En donde:

- w = Valor de Tukey
- q = Valor de tablas a un $\alpha = 0.05$
- p = No. de tratamientos
- N_2 = G.L. del error experimental
- $S\bar{x}$ = Error estándar

Sin embargo, para el caso de un diseño de parcelas divididas, existen cuatro errores estándar, según señala Little (1985), los cuales se detallan a continuación:

1) Tratamientos de Parcela Principal :
A1 - A2

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{Ea}{rb}}$$

2) Tratamientos de Subparcelas :
B1 - B2

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{Eb}{ra}}$$

CUADRO 1.-Descripción de los tratamientos probados. Zapopan, Jalisco 1987.

No. DE TRAT.	TRATAMIENTO	PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS /ha	DIAS A APLIC.
1 2 3	AG 0 AG 1 AG 2	Activol	Acido Giberelico	20 ppm	- 40 40 y 50
4 5 6	B 0 B 1 B 2	Biozyme	Acido Giberelico + Extractos vegetales + Elementos menores	0.5 l	- 40 40 y 50
7 8 9	AF 0 AF 1 AF 2	Agroplus	Ac.Folico + Folcisteina (Ac.N-Acetil Tiazolidin 4 Carboxilico)	0.5 l	- 40 40 y 50
10 11 12	N 0 N 1 N 2	Urea Foliar	Nitrogeno 40 - 42 %	2.0 Kg	- 40 40 y 50
13 14 15	P 0 P 1 P 2	Fosnitro	Ac. Fosforico neutralizado 60 % P2O5	1.5 Kg	- 40 y 50 50
16 17 18	K 0 K 1 K 2	Cloruro de Potasio	Cloruro de Potasio grado reactivo 60% K2O	1.5 Kg	- 40 40 y 50
19 20 21	24D 0 24D 1 24D 2	Herbipol	2,4-D Amina	1.0 l	- 40 40 y 50
22 23 24	Pr 0 Pr 1 Pr 2	Primagram 500 FW	Atrazina + Metolaclor	6.0 l	- 40 40 y 50
25 26 27	G 0 G 1 G 2	Gesaprim 50	Atrazina	3.0 Kg	- 40 40 y 50

CUADRO 2. ANVA. PARA PARCELAS DIVIDIDAS CON DISTRIBUCION AL AZAR.

STEEL, R.G. Y D.H. TORRTE (1966)

FUENTE	G.L.	S.C.
--------	------	------

ANALISIS DE UNIDAD COMPLETA

BLOQUES	r-1	$\frac{\sum_i y_i^2}{ab} - C$
A	a-1	$\frac{\sum_j y_j^2}{rb} - C$
ERROR (a)	(a-1)(r-1)	$\left[\frac{\sum_{ij} y_{ij}^2}{b} - C \right] - \left[\frac{\sum_i y_i^2}{ab} - C \right] - \left[\frac{\sum_j y_j^2}{b} - C \right]$
TOTAL	ar-1	$\frac{\sum_{ij} y_{ij}^2}{b} - C$

ANALISIS DE LA SUB-UNIDAD

B	b-1	$\frac{\sum_k y_k^2}{ra} - C$
AB	(a-1)(b-1)	$\left[\frac{\sum_{jk} y_{jk}^2}{r} - C \right] - \left[\frac{\sum_j y_j^2}{rb} - C \right] - \left[\frac{\sum_k y_k^2}{ra} - C \right]$
ERROR (b)	(a-1)(b-1)	$\left[\sum_{ijk} y_{ijk}^2 - C \right] - \left[\frac{\sum_{ij} y_{ij}^2}{b} - C \right] - \left[\frac{\sum_k y_k^2}{ra} - C \right] - SCAB$
SUB-TOTAL	ar(b-1)	
TOTAL	abr-1	$\sum_{ijk} y_{ijk}^2 - C$

EN DONDE:

r= Bloques o repeticiones

a= Niveles de A

b= Niveles de B

$$C = \frac{y^2}{rab}$$

- 3) Tratamientos de sub-parcelas para el mismo tratamiento de parcela principal:
B1A1 - B2A1

$$Sx_2 \sqrt{\frac{E_b}{r}}$$

- 4) Tratamientos de sub-parcelas para diferentes tratamientos de parcela principal:
B1A1 - B1A2 6 B1A1 - B2A2

$$: Sx_2 \sqrt{\frac{(b-1) E_b + E_a}{rb}}$$

A pesar de haber seleccionado la prueba de Tukey, para el caso de la última comparación (tratamientos de sub-parcelas para diferentes tratamientos de parcela principal), se utilizó una prueba de t recomendada por Reyes (1985) en la que la diferencia de las medias comparadas se divide entre el error estándar de la diferencia. Dicho cociente t se compara contra un valor t', que es un valor ponderado de t en algún punto entre los valores tabulares para ta (correspondiente a los G.L. del error a) y tb (correspondiente a los G.L. del error b).

Cuando $t > t'$ la diferencia entre las medias comparadas es significativa.

De esta manera, la comparación se hizo así:

- a) Cálculo del error estándar de la diferencia:

$$Sx_1 - x_2 = \sqrt{2 \frac{(b-1) S^2_b + S^2_a}{br}}$$

- b) Comparación de valores de t:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{Sx_1 - x_2} > t' = \frac{(b-1) S^2_{btb} + S^2_{ata}}{(b-1) S^2_b + S^2_a} \implies *$$

$$t\alpha = 0.05$$

Finalmente, una vez realizadas todas las comparaciones, se procedió a la formación de grupos de significancia, esto en cada uno de los casos en que se hicieron comparaciones entre medias.

3.5 TRABAJO DE CAMPO

3.5.1 PREPARACION DEL TERRENO

Con la debida anticipación el suelo fué preparado, haciendo las labores de barbecho con un arado de discos y con una cruz de rastra para dejar uniforme la superficie. Finalmente se utilizó un surcador con rejas de doble vertedera para luego realizar la siembra. El trazo de los surcos se hizo con orientación oriente

- pendiente, perpendicular a la pendiente del terreno. Los surcos se levantaron a 0.80 m de distancia entre si.

3.5.2 SIEMBRA

Esta fué de temporal y se realizó en forma manual el día 24 de junio de 1987. Se sembró con una densidad de 50,000 plantas/ha, es decir, a una distancia de 25 cm entre plantas y de 80 cm entre surcos. Se depositaron dos semillas por golpe para asegurar germinación.

3.5.3 GERMINACION

Esta se presentó a los 7 días y fué próxima al 90 %. Sin embargo, se presentaron pequeños problemas de emergencia por encostramiento del suelo, razón por la cual fué necesario hacer descostres durante la emergencia.

3.5.4 DESAHIJE Y ACLAREO

Estas labores se realizaron a los 30 días después de la siembra, debido a que ésta se hizo con dos semillas por golpe y a que había un número considerable de plantas amacolladas.

3.5.5 FERTILIZACION

Se utilizó el tratamiento 170-60-00, del cual se aplicó 90-60-00 en la siembra, 40 unidades de nitrógeno a los 30 días y el resto a los 45 días. Así se aseguró que las plantas tuvieran nutrientes disponibles al momento de aplicar los tratamientos, principalmente los de fitorreguladores que así lo requirieron.

3.5.6 CONTROL DE MALEZAS

Para evitar la competencia de malezas con el cultivo, se aplicó una mezcla de herbicidas pre-emergentes al quinto día después de la siembra. Los productos y las dosis aplicadas fueron Primagram 500 FW a razón de 2 l/ha y Gesaprim Combi 2 Kg/ha.

Posteriormente, se hizo una aplicación de 2 Kg/ha de Gesaprim Combi en manchones de malezas emergidas, quizá, por fallas en la aplicación pre-emergente, pues se observó nacencia de arvenses cada ocho surcos. Posiblemente se haya debido a fallas en alguna boquilla del aguillon con el que se hizo la aspersión.

Además, se realizaron deshierbes durante el transcurso de todo el experimento e, incluso, se hizo una escarda levantando algunos surcos que fueron deslomados por la escorrentía del agua y que fué ocasionada por las fuertes precipitaciones de los primeros días del temporal.

3.5.7 CONTROL DE PLAGAS Y PRESENCIA DE ENFERMEDADES

Al momento de la siembra se aplicó, junto con el fertilizante, Dyfonate a razón de 20 Kg/ha para evitar el ataque de plagas del suelo.

Cerca de los 30 días se presentó un ataque de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) que se favoreció con un espacio de ocho días de sequía. Se hizo una aplicación de Folidol 1 l/ha y se logró controlar la infestación. Sin embargo, el ataque se volvió a presentar días después, por lo que se decidió hacer una aplicación de Nuvacrón directamente al cogollo utilizando frascos "saleros". Esto eliminó la presencia de la plaga.

Se observaron otros insectos pero que, sin embargo, no causaron daños considerables al cultivo. Tal es el caso de chapulines (*Melanoplus* sp) y gusano clotero (*Heliothis zea*).

3.5.8 APLICACION DE TRATAMIENTOS

Todos los tratamientos se asperjaron al follaje a los 30 días y a los 30 y 45 días para una y dos aplicaciones, respectivamente.

Para las aspersiones se utilizaron tres bombas de mochila, una para los productos fitorreguladores, otra para los fertilizantes y, la última, para los herbicidas. Dichas bombas fueron previamente lavadas con hidróxido de sodio y con detergente y, entre cada tratamiento se enjuagaron con agua abundante y fueron puestas a funcionar para enjuagar el mecanismo, la manguera y la boquilla.

Se estimó un gasto de agua de 400 l/ha y se añadieron, para cada tratamiento, 2 ml de Bionex como adherente por cada litro de solución.

3.5.9 COSECHA

La cosecha se realizó a los 150 días en la parcela útil de cada tratamiento y se recogieron las mazorcas con costales debidamente

etiquetados para cada parcela. Sin embargo, al momento de la cosecha se hicieron algunas observaciones:

- Debido a la fuerte sequía del mes de septiembre muchas mazorcas no alcanzaron a llenar sus granos, e inclusive, en muchas otras los estigmas no fueron fecundados por falta de polen.
- Fué notorio el robo cuando las plantas se encontraban en estado de elota.
- Un par de parcelas fueron levemente afectadas por el fuego mal controlado del potrero vecino.

Debido a lo anterior, únicamente se cosecharon mazorcas con grano lleno y, en aquellas parcelas en que había sido robada alguna mazorca, se sustituyó con mazorcas del resto de la parcela experimental, es decir, de fuera de la parcela útil.

Los costales cosechados se pusieron a secar al sol a causa de que el grano presentaba un porciento de humedad considerable.

3.6 TOMA DE NOTAS

3.6.1 DIAS A FLORACION MASCULINA

Los días a floración masculina se consideraron cuando el 50 % de los individuos de cada parcela experimental presentaba antesis. Así, mediante conteos diarios se determinó la fecha de floración de cada parcela.

Para el conteo de los días a floración, el día de siembra se considera como día cero.

3.6.2 DIAS A FLORACION FEMENINA

Para esta variable se estuvieron haciendo conteos en cada parcela hasta que ésta completaba el 50 % de plantas con emergencia de estigmas. El día de siembra se considera como día cero.

3.6.3 RENDIMIENTO

Aunque el objeto de este trabajo era buscar una forma efectiva de controlar el momento de la floración, fué necesario considerar al rendimiento por la enorme importancia que representa en la producción de semilla.

3.6.3.1 RENDIMIENTO DE MAZORCA

Para estimar esta variable se cosechó el surco central de cada parcela experimental y se pesó una vez que alcanzó un contenido de humedad del 11.3 %, tomando la lectura correspondiente a una temperatura de 11.9 °C. Se reportan los rendimientos en Kg/ha.

3.6.3.2 RENDIMIENTO DE GRANO

Una vez hechas las mediciones de longitud, diámetro y rendimiento de mazorca, se procedió a desgranar todas las mazorcas cosechadas de cada parcela útil y se pesaron. Se reportan los rendimientos obtenidos en Kg/ha.

3.6.3.3 PORCIENTO DE OLOTE

Este valor se obtuvo por diferencia entre los rendimientos de mazorca y de grano y haciendo la relación a porcentaje, esto para cada parcela útil.

3.6.4 ALTURA DE PLANTA

Esta medición se hizo cuando la planta alcanzó su crecimiento máximo y se consideró desde el nivel del lomo del surco hasta la punta de la espiga.

Se hicieron mediciones en cinco plantas de cada parcela útil y se promediaron. Las mediciones se hicieron con un estadal.

3.6.5 ALTURA DE MAZORCA

Al igual que en altura de planta, esta medición se hizo cuando la planta alcanzó su máximo crecimiento y se midió a la base de la mazorca superior. También se reporta el promedio de cinco plantas del surco central.

3.6.6 NUMERO DE MAZORCAS POR PLANTA

La toma de este dato consistió en contar, en las mismas plantas en las que se realizaron las demás mediciones, el número de mazorcas con grano que produjo cada una de ellas.

3.6.7 LONGITUD DE MAZORCA

La longitud de mazorca se midió de la base de ésta a su ápice mediante un longimetro. Para cada parcela se promediaron los valores de cinco mazorcas, aunque en algunos casos no se completaron y solo se promediaron los datos disponibles. Solo se consideraron las mazorcas cosechadas del surco central.

3.6.8 DIAMETRO DE MAZORCA

El diámetro se midió en las mismas mazorcas en que se midió longitud, el valor que se reporta es el promedio de ellas. La medida se tomó con cinta a la altura media de la mazorca.

3.6.9 PRECIPITACION PLOVIAL

Debido a que la fuerte sequía que se presentó en el mes de septiembre, justo en la época de floración, ocasionó alteraciones en los efectos de los tratamientos y, por tanto, en los resultados, se estimó conveniente solicitar los datos correspondientes a la Estación Meteorológica B.A.M - 5 de la Base Aérea Militar No. 5, por ser ésta la más cercana al Área experimental y, por ello, probablemente la más representativa de las condiciones que prevalecieron en el predio.

Dicha estación se localiza en las instalaciones de la mencionada Base Aérea, en el municipio de Zapopan en las siguientes coordenadas geográficas: 20°23'N y 103°28'W, a una altitud de 1,625 m SNM.

Se reportan las precipitaciones desde junio, mes en que se realizó la siembra, hasta noviembre, mes en que se realizó la cosecha.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 ANALISIS DE VIARIANZA

4.1.1 DIAS A FLORACION MASCULINA

Los resultados obtenidos del análisis de varianza para esta variable se presentan en el CUADRO 3.

CUADRO 3.- ANVA para Dias a Floración Masculina

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		
					0.05	0.01	
Bloques	2	0.7	0.35	0.12	3.63	6.23	NS
Productos	8	136.0	17.00	6.01	2.59	3.89	**
Error (a)	16	45.3	2.83				
Total Unidad	26	182.0					
No. aplicaciones	2	16.3	8.16	5.23	3.26	5.25	*
Prods. x Aplics.	16	97.7	6.10	3.91	1.93	2.54	**
Error (b)	36	56.0	1.56				
Total subparcelas	80	352.0					

\bar{X} exptal. = 78.27
C.V. (a) = 2.15 %
C.V. (b) = 1.59 %

Aunque los resultados obtenidos se pueden considerar confiables en base a los coeficientes de variación, cabe señalar que la toma de los datos en campo se dificultó un poco debido a que, como consecuencia de la fuerte sequía que se presentó exactamente en el periodo de floración, ésta se anticipó. Incluso, las espigas presentaban antesis aún antes de su excreción y era común encontrar antesis sólo en el ápice de la espiga.

Sin embargo, en el caso de la floración masculina, la sequía no alcanzó a influir marcadamente en los resultados obtenidos, según lo demuestran los coeficientes de variación correspondientes y según lo comentamos en líneas anteriores.

Es muy importante tomar en consideración en todas las variables que, salvo en el caso de los herbicidas, después de la segunda aplicación de tratamientos se presentó lluvia y que, aunque se aplicaron con su respectiva dosis de adherente, esto pudo ser causa de no obtener mejores resultados.

En el CUADRO 3 del ANVA se reporta que no hubo diferencias significativas entre las repeticiones. Esto, debido a la uniformidad y a la homogeneidad que presentó el suelo de la parcela experimental.

En cuanto al factor Productos, se detectaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Estas son fácilmente comprensibles pues la naturaleza de los productos aplicados es muy divergente entre sí. Así, según se aprecia en el CUADRO 1A, la tendencia de los herbicidas en general, a las dosis probadas, fué la de retrasar la floración, llegando inclusive a dañar a las plantas. Tal es el caso del Primagram 500 FW y del Herbipol.

Por el contrario, con sus respectivas dosis, los reguladores de crecimiento mostraron una ligera tendencia a adelantar la floración. De esta forma, para el caso del Activol y del Biocyme, que contienen ácido giberélico, se corroboraron las múltiples citas de Weaver (1972), Rojas (1978), Tizio (1980) y Rojas y Ramirez (1987), que se reportaron en el tema 2.2.

En el caso del Agroplus (olcisteina), el pequeño adelanto de la floración pudo deberse a un mejor funcionamiento del metabolismo energético de las plantas e, incluso, a un aumento en el contenido de auxina, haciendo referencia a la cita de Rojas y Ramirez (1987) del tema 2.2.3.1.

Por lo que respecta a fertilizantes, la respuesta observada con las dosis aplicadas no muestra cambios importantes en el comportamiento de la floración, aunque en el caso de la Urea Foliar se detecta un ligero retraso que pudiera deberse a una respuesta de la planta de crecer vegetativamente por la aplicación de nitrógeno, según sugieren Tisdale y Nelson (1966) citados en el capítulo 2.3.2.

Según se aprecia en el análisis de varianza, también hubo diferencias significativas entre el número de aplicaciones, lo cual indica que la respuesta de la planta es diferente según se modifique el número de veces que se apliquen los productos.

De igual forma, se detectaron diferencias altamente significativas para la interacción Productos x No. de aplicaciones. Esto indica que cada producto responde en forma diferente según sea el número de aplicaciones realizadas.

4.1.2 DÍAS A FLORACION FEMENINA

La floración femenina se vió seriamente afectada por la sequía que se prolongó hasta el 22 de septiembre, fecha en que se cumplieron 90 días desde la siembra y 18 sin llover. Así pues, se observó un notorio retraso en la floración, el cual era más marcado a medida que se acumulaban los días sin precipitación. Prueba de este retraso es el valor obtenido como media

experimental. Los resultados del análisis de varianza se reportan en el CUADRO 4.

CUADRO 4.- ANVA para Días a Floración Femenina.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		
					0.05	0.01	
Bloques	2	2,247.7	1,123.9	3.91	3.63	6.23	*
Productos	8	1,451.2	181.4	0.63	2.59	3.89	NS
Error (a)	16	4,600.2	287.5				
Total Unidad	26	8,299.2					
No. aplicaciones	2	224.5	112.1	1.91	3.26	5.25	NS
Prods. x aplics.	16	1,392.2	87.0	1.48	1.93	2.54	NS
Error (b)	36	2,118.0	58.8				
Total Subparcelas	60	12,033.9					

\bar{X} exptal. = 92.43

C.V. (a) = 18.35 %

C.V. (b) = 8.30 %

Al observar los resultados anteriores, es conveniente recordar las citas de Pochlman (1959) y de Jugenheimer (1976) reportadas en el tema 2.1.2.4.1, mismas que mencionan que una sequía severa en el maíz puede retardar la emergencia de los jilotes.

Ahora bien, aunque hubo plantas que respondieron a las lluvias posteriores a la sequía, muchas otras ya no lo hicieron. Esto ocasionó que en las diferentes parcelas se detectaran plantas en floración femenina desde los 80 días, periodo que consideramos normal según la descripción del material genético utilizado y según los días a floración masculina observados; también hubo plantas que presentaron sus estigmas hasta después de los 110 días e, inclusive, hubo algunas otras que nunca lo hicieron.

Así pues, esto ocasionó una gran variabilidad entre las parcelas, la cual se refleja en los elevados valores de los coeficientes de variación.

Sin embargo, como se puede apreciar en el CUADRO 4, el ANVA reporta diferencias significativas entre repeticiones. Posiblemente dichas diferencias puedan atribuirse al sombreado que proyectaban algunos árboles sobre una porción de la superficie experimental. Esto pudo haber ocasionado que se conservara la humedad en el suelo y que las parcelas favorecidas de esta manera no se vieran afectadas tan seriamente por la sequía originando, a su vez, la mencionada variabilidad en los días a floración. Dicha variación pudo haber sido causa de que, a diferencia de los días a floración masculina, no se detectaran diferencias significativas ni entre productos, ni entre número de aplicaciones ni entre interacciones Productos x Aplicaciones.

No obstante todo lo anterior, es conveniente observar que los valores de F_c y de $F_{c,os}$ para las interacciones son muy similares. Es decir que, si pudiésemos eliminar la variabilidad que nos advierten tanto los cuadrados medios del ANVA como los coeficientes de variación, o si redujéramos el nivel de significancia de t a un α menor, seguramente que encontraríamos diferencias significativas para más fuentes de variación.

Según puede observarse en el CUADRO 2A, las respuestas de algunos productos son semejantes a las obtenidas en floración masculina y, aunque no hayan presentado significancia estadística, pueden marcarnos ciertas tendencias. Tales son los casos del Activol y del Agroplus, mismos que muestran un claro adelanto en la floración, mientras que el Biozyme podría considerarse con una pequeña tendencia a retrasarla.

Por su parte, con las dosis aplicadas, los fertilizantes tienden a retrasar la floración femenina, excepto la Urea Foliar, mientras que en la floración masculina no mostraban cambios, salvo la misma Urea cuya respuesta se inclinaba en sentido contrario, es decir, hacia el retardamiento.

Estas pequeñas contradicciones en las respuestas pueden atribuirse tanto a la variabilidad de esta floración femenina, como al hecho de que las respuestas de las plantas definitivamente no pueden ser las mismas bajo diferentes condiciones fisiológicas, pues es obvio que el estrés causado por la sequía fué mucho más severo durante la emergencia de los estigmas que durante la antesis.

Sin embargo, en lo que toca a los productos herbicidas, los resultados obtenidos fueron los mismos que en floración masculina. De este modo, el Primagram y el Herbipol consiguieron retardar la floración a expensas del daño ocasionado a las plantas, mientras que el Gesaprim 50 no provocó cambios de importancia.

La neutralidad del Gesaprim 50 puede fundamentarse con dos referencias bibliográficas citadas en el tema 2.4.3 :

- 1) La de la National Academy of Sciences (1978) en la que afirma que las plantas de maíz convierten las clorotriazinas al derivado hidroxilado para escapar al efecto letal y
- 2) La de Rojas (1978) en la que asegura que las clorotriazinas sólo se transportan por el xilema, razón por la cual deben de aplicarse al suelo y no al follaje.

Más sin embargo, a pesar de la cita anterior, tanto los boletines informativos como las etiquetas de los productos comerciales aseguran que la absorción de la triazina se realiza de igual forma por vía radical que por vía foliar. Posiblemente se refieren al estado de plántula, pero no se hace la aclaración pertinente.

4.1.3 RENDIMIENTO

Los resultados del ANVA para el rendimiento de grano se reportan en el CUADRO 5. Las unidades de medición utilizadas fueron Kg/ha.

CUADRO 5.- ANVA para el Rendimiento de grano.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		
					0.05	0.01	
Bloques	2	642,192	321,596	0.21	3.63	6.23	NS
Productos	8	7'539,751	942,469	0.60	2.59	3.89	NS
Error (a)	16	25'004,909	1'562,807				
Total Unidad	26	33'187,852					
No. aplicaciones	2	1'900,572	950,286	3.35	3.26	5.25	*
Prods. x aplics.	16	5'896,938	368,559	1.30	1.93	2.54	NS
Error (b)	36	10'210,833	283,634				
Total Subparcelas	80	51'196,195					

$$\bar{X} \text{ exptal.} = 1,376.5$$

$$C.V. (a) = 90.82 \%$$

$$C.V. (b) = 38.69 \%$$

Si en los días a floración femenina se consideró que los coeficientes de variación resultaron elevados por causa de la sequía, en el caso del rendimiento la evidencia es más clara. De esta manera, podemos empezar por observar lo bajo del rendimiento en la media experimental, además de los altos coeficientes de variación.

Los daños de la sequía se reflejaron de tal forma en el rendimiento que hubo parcelas en las que no se obtuvo cosecha pues, debido a la carencia de agua, los elotes nunca llenaron el grano. Además, fué muy notorio que en las parcelas favorecidas con el sombreado de los árboles se consiguieron mejores rendimientos. Es por ello que con los tratamientos herbicidas se obtuvieron rendimientos relativamente altos, pues las parcelas respectivas de la primera repetición fueron las menos afectadas por la sequía y, los valores obtenidos influyeron marcadamente en el promedio aritmético, tal como se puede observar en los rendimientos de los testigos herbicidas.

De igual forma sucedió con algunas parcelas de fertilizantes o de reguladores en las que los daños ocasionados por la falta de agua fueron tan severos que no se cosechó nada. De esta forma, el promedio del tratamiento se vió disminuido por efecto de una repetición. Tales son los casos del Biozyme con 2 aplicaciones, el Agroplus con una y el Foenitro con ambos casos.

Por otro lado, al observar los rendimientos reportados en el CUADERNO 3A, puede notarse que los tratamientos de reguladores fueron inferiores a sus testigos. Esto pudo deberse a los efectos causados por la sequía, pues según los reportes de Tizio (1980) y de Rojas y Ramírez (1987), mismos que mencionamos en el tema 2.2.1, para tener respuesta a la aplicación de fitoreguladores es preciso que la planta no presente carencia de agua o nutrientes. Es decir que la respuesta está en función del estado fisiológico de las plantas. Inclusive, el efecto de los tratamientos pudo haber sido contraproducente pues quizá las plantas gastaron su energía en otras funciones al verse estimuladas por los reguladores y, por efecto de la sequía, no pudieron redundar en un buen rendimiento de grano.

En cuanto a los fertilizantes, podemos interpretar que no se pueden obtener respuestas deseables a la aplicación de los mismos si no existe agua disponible para las plantas.

Así pues, el ANVA únicamente reporta diferencias significativas para el factor No. de aplicaciones y es notorio que el rendimiento se reduce a medida que aumentan las aplicaciones.

En el caso de los herbicidas esta situación es muy clara pues, a medida que aumentan las aplicaciones, mayor es el daño causado en la planta. En los casos de fitoreguladores y fertilizantes, las explicaciones pueden ser las señaladas líneas arriba, aunque en el caso de la Urea la respuesta fué positiva. Sin embargo no debemos dejar de considerar la poca confiabilidad de los resultados obtenidos, en función de los elevados valores de los coeficientes de variación, aunque el C.V. (b) haya resultado un poco menor y se refleje en la significancia, que se obtuvo en el factor No. de aplicaciones.

Finalmente, para apoyar todo lo anteriormente expuesto, cabe comentar los trabajos de Inzunza (1986) en los que reporta que los valores de humedad aprovechable residual del suelo que maximizan la producción de grano son del 38 % para la etapa vegetativa, 58% en la reproductiva y 47 % en la de maduración, mismos que al transformarlos a tensión de humedad del suelo son 2.5, 1.2 y 1.5 atmósferas, respectivamente.

De aquí se desprende que la etapa más crítica del maíz, en cuanto a disponibilidad de humedad se refiere, es la reproductiva, seguida de la de maduración y, por último, la vegetativa, recordando que el periodo de sequía se presentó justo en la época reproductiva o de floración.

4.2 COMPARACIONES DE MEDIAS

4.2.1 DIAS A FLORACION MASCULINA

4.2.1.1 DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS PARA NIVELES DEL FACTOR A PRODUCTOS.

Una vez realizadas las comparaciones pertinentes, mediante la prueba de Tukey, se procedió a formar grupos de significancia estadística para tratar de determinar cuál fue el mejor producto utilizado. Los grupos obtenidos y el valor w de Tukey aplicado se reportan en el CUADRO 6.

CUADRO 6.- Grupos de significancia encontrados para el Factor A Productos en Dias a Floración Masculina

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DIAS A FLOR. MASCULINA	
Pr	Primagram 500 FW	81.78	a
24D	Herbipol	78.77	b
N	Urea Foliar	78.11	
P	Fosnitro	77.77	
K	Cloruro de Potasio	77.66	
B	Biozyme	77.66	
G	Gesaprim 50	77.66	
AF	Agroplus	77.55	
AG	Activol	77.44	
$w = 2.82$			

Según se aprecia en el cuadro anterior, únicamente se detectó un producto diferente a todos los demás y se trata del Primagram 500 FW, el cual si bien retrazó notablemente la floración masculina, también deterioró fuertemente a las plantas.

Ahora bien, aunque todos los productos del grupo b se consideran estadísticamente iguales, podemos observar ciertas tendencias en cada uno de los tratamientos. Así, podremos apreciar que dentro del mismo grupo existe una diferencia mayor, a un día entre el Herbipol y el Activol, misma que en un lote de producción de semillas sería muy valiosa.

De esta manera, debido a lo indeseable del único producto diferente (Primagram), el detectar dichas tendencias en los demás productos nos puede orientar en la selección de tratamientos para futuros trabajos.

Por otro lado, debemos recordar que el efecto de varios tratamientos pudo verse disminuido por causa de la lluvia que se presentó al realizar la segunda aplicación.

4.2.1.2 DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS PARA NIVELES DEL FACTOR B APLICACIONES

Para este caso se formaron 2 grupos de significancia los cuales se muestran en el CUADRO 7.

CUADRO 7.- Grupos de significancia encontrados para el Factor B Aplicaciones en Dias a Floración Masculina

No. APLICACIONES	DIAS A FLOR. MASCULINA	
2	78.74	a
1	78.40	b
0	77.66	

$w = 0.83$

Como se puede observar, en comparación con el testigo, el efecto de los dos tratamientos del factor B es el de retrasar la floración. Sin embargo, la única diferencia marcada es la que existe entre cero y dos aplicaciones de productos.

No obstante, debemos tener muy presente que la naturaleza y el efecto de cada producto son muy diferentes, razón por la cual será más prudente observar separadamente el efecto de cada No. de aplicaciones en cada uno de los productos utilizados.

4.2.1.3 DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE B APLICACIONES AL MISMO NIVEL DE A PRODUCTOS

En este caso se compararon, en cada producto, las medias de los diferentes números de aplicaciones y solo se encontraron diferencias significativas en 2 de los 9 productos: el Herbipol y el Primagrán 500 FW.

Los grupos formados se presentan en el CUADRO 8

En dichos resultados es muy notorio que ambos productos citados lograron retrasar considerablemente la floración, principalmente cuando se hicieron 2 aplicaciones. Sin embargo, ambos tratamientos dañaron severamente a las plantas. El Primagrán causó quemaduras en el follaje y la muerte de la mitad superior de la planta, mientras que el Herbipol ocasionó la torcedura de los tallos y la proliferación de raicillas adventicias. Con la primera aplicación el daño fué casi totalmente superado por la planta, pero ya no pudieron sobreponerse a la segunda aplicación y muchos tallos permanecieron derribados y nunca levantaron.

CUADRO 8.- Grupos de significancia encontrados para el factor B Aplicaciones a diferentes niveles del factor A Productos en Días a Floración Masculina. Zapopan, Jal. 1987.

No. DE TRAT.	PRODUCTO	TRATA- MIENTO	DIAS A FLORACION MASCULINA		
1	Activol	AG 0	78.00	a	
2		AG 1	77.33		
3		AG 2	77.00		
4	Biozyme	B 0	79.00	a	
5		B 2	77.66		
6		B 1	77.33		
7	Agroplus	AF 0	78.00	a	
8		AF 1	77.66		
9		AF 2	77.00		
10	Urea Foliar	N 1	78.33	a	
11		N 2	78.33		
12		N 0	77.66		
13	Fosnitro	P 1	78.00	a	
14		P 2	77.66		
15		P 0	77.66		
16	Cloruro de Potasio	K 0	77.66	a	
17		K 1	77.66		
18		K 2	77.66		
19	Herbipol	24D 2	80.33	a	
20		24D 1	78.66		b
21		24D 0	77.33		
22	Primagram 500 FW	Pr 2	85.00	a	
23		Pr 1	83.00		
24		Pr 0	77.33		b
25	Gesaprim 50	G 0	78.00	a	
26		G 1	77.66		
27		G 2	77.33		

Este efecto es conocido como epinastia, epinastia o "cuello de ganso" y lo habíamos mencionado en las citas de Klingman y Ashton (1950) y de Lee (1951) en el tema 2.4.2 y de Rojas y Ramirez (1957) en el 2.2.2.2.

Como se puede apreciar, el efecto del Herbipol con una aplicación fué leve, mientras que en el Primagram fué prácticamente igual que con dos aplicaciones. Sin embargo, en ambos casos, las diferencias más grandes se dieron entre el testigo y la segunda aplicación. Esto apoya a los resultados obtenidos en la comparación de medias del factor B (4.2.1.2).

Es interesante notar en los demás productos en los que no se detectó significancia, las tendencias que presentó la floración al hacer una y dos aplicaciones del tratamiento.

4.2.1.4 DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE A PRODUCTOS AL MISMO O A DIFERENTE NIVEL DE B APLICACIONES

Una de las características del diseño experimental utilizado es que se obtiene mayor precisión en las comparaciones entre tratamientos de subparcela. De esta manera, se detectaron 3 grupos de significancia, los cuales se presentan en el CUADRO 9.

Del cuadro anterior se desprende que el Primagram realmente retrazó la floración, tanto con una como con dos aplicaciones. Sin embargo, ya hemos comentado sobre los fuertes daños que ocasionó a las plantas.

El Herbipol también logró retrazar la floración, principalmente con dos aplicaciones, pero también causó perjuicios al cultivo.

Junto con el Herbipol, dentro del grupo b también se encuentran la Urea Foliar con una y dos aplicaciones, el Fosnitro con una y el Gesaprim con dos aplicaciones. Podemos decir que estos tratamientos mostraron una ligera tendencia a retrazar la floración y la presencia de los testigos de los fitorreguladores en el grupo, pudiera deberse a la disponibilidad de agua que tuvieron por su ubicación respecto a las zonas sombreadas. Mientras que en el grupo c, aunque estadísticamente todos los tratamientos son iguales, podemos considerar en el Activol y el Agroplus, ambos con dos aplicaciones, una tendencia pequeña a anticipar la floración.

Cabe comentar que el Gesaprim 50 no ocasionó daño alguno a las plantas y que, al mostrar cierto efecto retardante, puede ser uno de los tratamientos importantes.

Por lo que respecta al resto de los tratamientos contenidos en el grupo c, podemos señalar que no presentaron respuestas considerables.

CUADRO 9.- Grupos de significancia encontrados para el factor A Productos al mismo o a diferente nivel de B Aplicaciones en Dias a Floracion Masculina. Zapopan, Jalisco. 1987.

TRATA- MIENTO	P R O D U C T O	DIAS A FLORACION MASCULINA	
Pr 2	Primagram 500 FW	85.00	a
Pr 1	Primagram 500 FW	83.00	
24D 2	Herbipol	80.33	
24D 1	Herbipol	78.66	
N 1	Urea Foliar	79.33	
N 2	Urea Foliar	78.33	
AG 0	Activol	78.00	b
B 0	Biozyme	78.00	
AF 0	Agroplus	78.00	
P 1	Fosnitro	78.00	
G 2	Gesaprim 50	78.00	
B 2	Biozyme	77.66	
AF 1	Agroplus	77.66	
N 0	Urea Foliar	77.66	
P 0	Fosnitro	77.66	c
P 2	Fosnitro	77.66	
K 0	Cloruro de Potasio	77.66	
K 1	Cloruro de Potasio	77.66	
K 2	Cloruro de Potasio	77.66	
G 1	Gesaprim 50	77.66	
AG 1	Activol	77.33	
B 1	Biozyme	77.33	
24D 0	Herbipol	77.33	
Pr 0	Primagram 500 FW	77.33	
G 0	Gesaprim 50	77.33	
AF 2	Agroplus	77.00	
AG 2	Activol	77.00	

t ab = 2.07

A este respecto es conveniente reiterar que las respuestas esperadas pudieron verse afectadas por la sequía de septiembre y por la lluvia que siguió a la segunda aplicación de tratamientos.

En la FIGURA 1 se grafican los promedios obtenidos en Días a Floración Masculina por cada producto y con cada una de las aplicaciones realizadas.

4.2.2 DIAS A FLORACION FEMENINA

4.2.2.1 DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS PARA NIVELES DEL FACTOR A PRODUCTOS

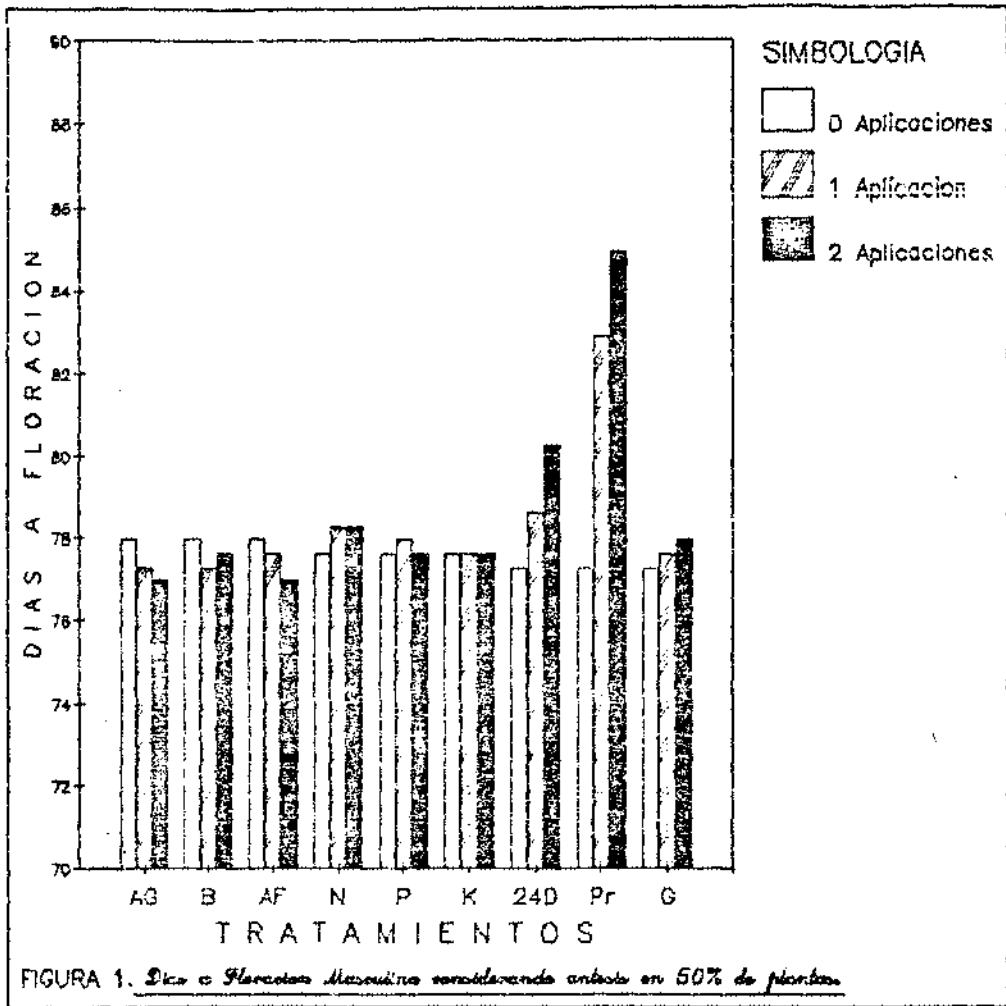
En este caso solo se formó un grupo de significancia, es decir que no se detectaron diferencias entre los productos, a pesar de que el más tardío requirió de 100 días para llegar a floración y el más precoz tan solo 86.5 días. Sin embargo, el valor de Tukey fué bastante elevado: $w = 28.4$ días, mismo que se obtuvo a causa de de la varianza del error a , también elevada.

Según se comentó en el tema 4.1.2, en ANVA para los días a floración femenina, esta variable presentó una muy alta variabilidad causada por los efectos de la sequía y por la ubicación de algunas parcelas experimentales en relación a zonas sombreadas. Es por ello que tampoco en la prueba de medias se detecta significancia.

El grupo formado se reporta en el CUADRO 10.

Asimismo, en los resultados que se reportan en el CUADRO 10 se aprecia que la Urea Foliar es el tratamiento más precoz, sin embargo, lo que realmente sucedió es que sus parcelas fueron menos afectadas por la sequía.

No obstante, vemos que de igual forma que en la floración masculina el Primagram fué el que más retrazó la floración y, aunque no hubo diferencias significativas, es notorio que la diferencia entre el Primagram y la Urea Foliar es de casi 15 días, lo que puede sugerirnos las tendencias de los productos.



CUADRO 10.- Grupos de significancia encontrados para el factor A Productos en Días a Floración Femenina.

TRATAMIENTOS	DIAS A FLOR. FEMENINA	
Pr	100.00	a
P	97.11	
E	94.33	
240	93.77	
K	92.78	
AF	91.44	
AG	88.55	
G	87.33	
N	86.55	

w = 28.43

4.2.2.2 DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS PARA NIVELES DEL FACTOR B APLICACIONES

De igual forma que en el caso anterior, aquí tampoco se detectaron diferencias significativas, pues aunque existen 4 días entre el testigo y el tratamiento con 2 aplicaciones, el valor marcado por la prueba de Tukey es $w = 5.1$ días.

En el CUADRO 11 se reportan los resultados obtenidos de la comparación de medias.

CUADRO 11.- Grupos de significancia encontrados para el factor B Aplicaciones en Días a Floración Femenina.

No. DE APLICACIONES	DIAS A FLOR. FEMENINA	
2	94.51	a
1	92.33	
0	90.44	

w = 5.1

A pesar de que las diferencias no son estadísticamente significativas, podemos ver que la tendencia de las respuestas es la misma que se observó en floración masculina. Es decir que los tratamientos retrasaron la floración en relación al testigo.

4.2.2.3 DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE B APLICACIONES AL MISMO NIVEL DE A PRODUCTOS

De los 9 tratamientos probados del factor A Productos, solo en uno de ellos se detectaron 2 grupos de significancia y ocurrió con el Primagram que de igual forma se comportó en floración masculina.

Los grupos formados se presentan en el CUADRO 12, en el cual puede apreciarse que la floración femenina se retrasó al aplicar el Primagram y, aunque no se detectó significancia entre una y dos aplicaciones, se observa que el efecto es más pronunciado al hacer 2 aplicaciones.

Por lo que respecta a los demás productos, aunque no se formaron grupos de significancia es importante observar que las aplicaciones de Activol, de Agroplus y de Urea Foliar provocaron cierto adelanto del ciclo, mientras que productos como Biozyme, Fosnitro, Cloruro de Potasio y Herbipol causaron un efecto contrario, es decir, mostraron tendencias a retrasar la floración.

4.2.2.4 DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE A PRODUCTOS AL MISMO O A DIFERENTE NIVEL DE B APLICACIONES

A pesar de la gran variabilidad que se detectó en los días a floración femenina, cuyas causas atribuibles ya fueron comentadas, para el caso de subparcelas se encontraron 4 grupos de significancia, mismos que se presentan en el CUADRO 13.

Aunque la comparación de promedios arrojó la formación de dichos grupos, la separación entre ellos no es muy clara. Así, por ejemplo, en el grupo a encontramos que estadísticamente el efecto del Primagram con 2 aplicaciones (108.66 días) se considera igual al de los testigos de los fertilizantes (93.00 días), a pesar de que existe una diferencia entre ellos cercana a los 20 días.

Sin embargo, tomando como referencia los datos de días a floración masculina, la cual se vió menormente afectada por la sequía, encontramos que el comportamiento de varios productos fué similar.

De esta manera, encontramos que el Primagram y el Herbipol con una y dos aplicaciones y el Fosnitro con una, tuvieron un efecto retardante en la floración, mientras que el Activol y el Agroplus con dos aplicaciones y el Gesaprim con una, presentaron una leve tendencia a anticiparla.

No obstante, también se encontraron respuestas antagónicas de un mismo tratamiento en las dos floraciones. Tal es el caso de la Urea Foliar con una aplicación y del Gesaprim con dos aplicaciones, los cuales retrasaron un poco la floración masculina y anticiparon otro tanto la floración femenina.

CUADRO 12.- Grupos de significancia encontrados para el factor B Aplicaciones a diferentes niveles del factor A Productos en Dias a Floracion Femenina. Zapopan, Jal. 1987.

No. DE TRAT.	PRODUCTO	TRATA- MIENTO	DIAS A FLORACION FEMENINA	
1	Activol	AG 0	93.00	a
2		AG 2	89.00	
3		AG 1	83.66	
4	Biozyme	B 2	96.66	a
5		B 1	93.33	
6		B 0	93.00	
7	Aqroplus	AF 1	94.66	a
8		AF 0	93.00	
9		AF 2	86.66	
10	Urea Foliar	N 0	91.00	a
11		N 2	87.33	
12		N 1	81.33	
13	Fosnitro	P 2	101.66	a
14		P 1	98.66	
15		P 0	91.00	
16	Cloruro de Potasio	K 2	94.00	a
17		K 1	93.33	
18		K 0	91.00	
19	Herbipol	24D 2	100.33	a
20		24D 1	93.66	
21		24D 0	87.33	
22	Primagram 500 FW	Pr 2	108.66	a
23		Pr 1	104.44	
24		Pr 0	87.33	
25	Gesaprim 50	G 1	88.33	a
26		G 0	87.33	
27		G 2	86.33	

CUADRO 13.- Grupos de significancia encontrados para el factor A Productos al mismo o a diferente nivel de B Aplicaciones en Días a Floración Femenina, Zapopan, Jalisco, 1987.

TRATA- MIENTO	P R O D U C T O	DIAS A FLORACION FEMENINA
Pr 2	Primagram 500 FW	108.66
Pr 1	Primagram 500 FW	104.00
P 2	Fosnitro	101.66
24D 2	Herbipol	100.33
P 1	Fosnitro	98.66
B 2	Biozyme	96.66
AF 1	Agroplus	94.66
K 2	Cloruro de Potasio	94.00
24D1	Herbipol	93.66
B 1	Biozyme	93.33
K 1	Cloruro de Potasio	93.33
AG 0	Activol	93.00
B 0	Biozyme	93.00
AF 0	Agroplus	93.00
N 0	Urea Foliar	91.00
P 0	Fosnitro	91.00
K 0	Cloruro de Potasio	91.00
AG 2	Activol	89.00
G 1	Gesaprim 50	88.33
N 2	Urea Foliar	87.33
24D0	Herbipol	87.33
Pr 0	Primagram 500 FW	87.33
G 0	Gesaprim 50	87.33
AF 2	Agroplus	86.66
G 2	Gesaprim 50	86.33
AG 1	Activol	83.66
N 1	Urea Foliar	81.33

t ab = 2.09

Los resultados muestran que las diferentes respuestas de los tratamientos al déficit hídrico y las condiciones de estrés que provocó la sequía en las plantas de maíz.

Los días a floración femenina de todos y cada uno de los tratamientos se representan en la FIGURA 2.

4.2.1 RENDIMIENTO

4.2.3.1 DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS PARA NIVELES DEL FACTOR A PRODUCTOS

En el caso del rendimiento no se detectaron diferencias entre medias, a pesar de que el mejor rendimiento fue de 1,746 Kg/ha y de que el menor sólo alcanzó los 740 Kg/ha, es decir una diferencia de 1 tn/ha.

Esto se debe a que el valor obtenido de Tukey resultó muy elevado: $w = 2,096$. Es decir que este valor indica que para que la diferencia entre dos medias se considere significativa, ésta debe ser mayor a las 2 tn/ha.

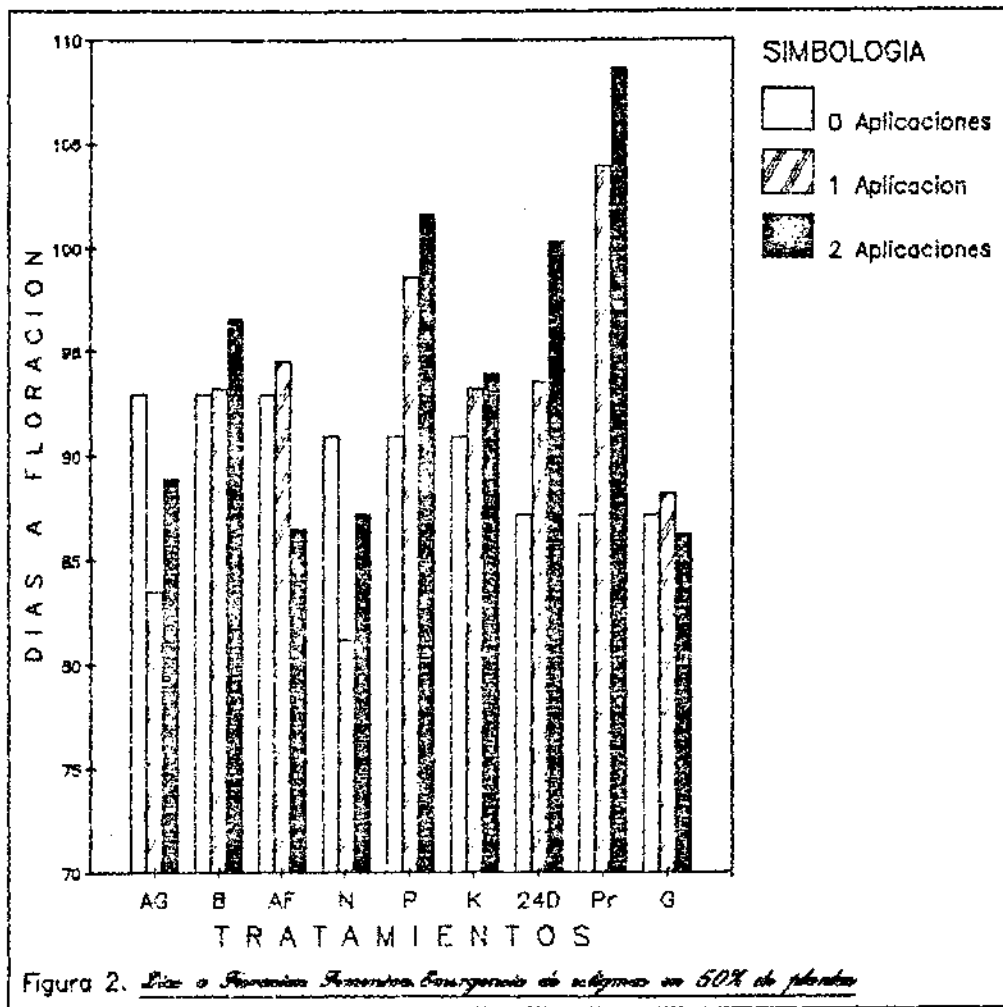
Esta situación viene a reforzar los comentarios hechos en el tema 4.1.3, en el que señalábamos los graves daños que ocasionó la sequía en las plantas, reflejándose en rendimientos muy bajos y, a la vez, en la gran variabilidad de las respuestas observadas, la cual repercutió en los coeficientes de variación y, ahora, en el valor w de Tukey.

Los resultados obtenidos en la comparación de medias del rendimiento los mostramos en el CUADRO 14.

CUADRO 14.- Grupos de significancia encontrados para el factor A Productos en el Rendimiento de grano.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO	
	Kg/ha	
G	1,746	a
240	1,415	
N	1,217	
Pr	1,052	
B	990	
AG	924	
K	850	
AF	740	

$$w = 2,096$$



Ya mencionábamos también en el tema 4.1.3 que lo contradictorio de los resultados se debía a la situación privilegiada de algunas parcelas experimentales que fueron favorecidas por el sombreado de algunos árboles, lo cual las protegió guardando humedad durante la sequía.

Este comentario se origina de lo que se observa en el cuadro anterior en el que es notorio que los herbicidas tuvieron un mejor resultado que los reguladores y que los fertilizantes, pese a que era de esperarse una situación contraria.

4.2.3.2 DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS PARA NIVELES DEL FACTOR B

Al aplicar la prueba de medias para estos tratamientos de subparcela, se formaron dos grupos de significancia, los cuales se presentan en el CUADRO 15.

Es conveniente recordar que el ANVA para el rendimiento se hizo con diferencia estadística al 95 % de α al número de aplicaciones.

CUADRO 15.- Grupos de significancia encontrados para el factor B Aplicaciones en el Rendimiento de grano.

No. DE APLICACIONES	RENDIMIENTO (kg/ha)	
0	1,275	a
1	1,078	b
2	881	
w = 354.6		

Como se puede apreciar, el efecto de las aplicaciones sobre el rendimiento es negativo, es decir, realizando aplicaciones de productos el rendimiento disminuye en relación al testigo.

Si comparamos estos resultados con los de días a floración, tanto masculina como femenina, notaremos que existe una relación inversa. O sea que, cuando se hacían una y dos aplicaciones de productos los días a floración aumentaban proporcionalmente, mientras que el rendimiento se iba reduciendo.

Concretamente, esto nos sugiere que a pesar de que las aplicaciones de productos son efectivas para retrasar la floración, al realizarlas estamos limitando el rendimiento de semilla, lo cual no sería deseable bajo ninguna circunstancia.

Sin embargo, es necesario que tomemos en cuenta varias consideraciones. Debemos recordar que estos valores son promedios de 9 productos cuya naturaleza y, por lo tanto, su respuesta son muy diferentes entre sí. De manera que no podríamos generalizar dichos promedios para todos y cada uno de los productos probados. Así que será necesario analizar los resultados de las aplicaciones por producto.

Además, recordemos que los efectos de la sequía no fueron uniformes para todas las parcelas experimentales, lo que ocasiona que los promedios de algunos tratamientos se vean afectados por las condiciones de ciertas parcelas en particular. De este modo, notaremos en el CUADRO 13 que el promedio de cero aplicaciones se ve favorecido por los mejores rendimientos de los herbicidas, mismos que ya fueron discutidos en temas anteriores.

4.2.3.3 DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE 8 APLICACIONES AL MISMO O A DIFERENTE NIVEL DE 4 PRODUCTOS

De los 7 tratamientos probados, solo en 2 de ellos se detectaron diferencias de significancia estadística al variar el número de aplicaciones de cero a dos.

En el CUADRO 14 se presentan los productos aplicados y los grupos de significancia formados en cada caso.

Como señalábamos en el tema anterior (4.2.3.2), no podríamos generalizar para todos los productos que el número de aplicaciones fuera inversamente proporcional a los rendimientos obtenidos, el cuadro anterior nos indica que solamente dos productos herbicidas provocaron dicha respuesta en términos estadísticos, aunque se observan ligeras tendencias en otros productos.

Los resultados anteriores son comprensibles pues, a lo largo de estas discusiones hemos puesto de manifiesto que estos productos, Primagram y Herbipol, lograron retrasar las floraciones ocasionando fuertes daños a las plantas.

De este modo, se aprecia que el Herbipol causó mermas en el rendimiento cuando se aplicó en dos ocasiones, mientras que el Primagram fue igualmente perjudicial al aplicarlo una o dos veces. Pero creemos que las respuestas observadas se vieron magnificadas por los altos rendimientos que se obtuvieron con los testigos a causa del sombreado.

De cualquier manera, los resultados que muestra la comparación de medias son netamente compatibles con los que observamos en el campo, a pesar de los efectos de la sequía y de la alta variabilidad que causó en las respuestas de los tratamientos.

Pensamos que, de no haberse presentado la sequía, algunos productos hubieran mostrado respuestas positivas en el rendimiento. Tal pudiera ser el caso de los fitorreguladores y de

CUADRO 16.- Grupos de significancia encontrados para el factor B Aplicaciones en diferentes niveles del factor A Productos en el Rendimiento de grano. Zapopan, Jal. 1987.

No. DE TRAT.	PRODUCTO	TRATA- MIENTO	RENDIMIENTO (Kg/ha)	
1 2 3	Activol	AG 0	950	a
		AG 1	938	
		AG 2	883	
4 5 6	Biozyme	B 1	1,233	a
		B 0	950	
		B 2	738	
7 8 9	Agroplus	AF 0	950	a
		AF 2	808	
		AF 1	463	
10 11 12	Urea Foliar	N 1	1,492	a
		N 2	1,204	
		N 0	954	
13 14 15	Fosnitro	P 1	954	a
		P 0	908	
		P 2	629	
16 17 18	Cloruro de Potasio	K 0	954	a
		K 2	825	
		K 1	586	
19 20 21	Herbipol	24D 0	1,920	a
		24D 1	1,617	
		24D 2	707	
22 23 24	Piracogram 500 FW	Pr 0	1,920	a
		Pr 2	633	
		Pr 1	604	
25 26 27	Gesaprim 50	G 0	1,920	a
		G 1	1,813	
		G 2	1,504	

los fertilizantes. Las ligeras tendencias que muestran la Urea Foliar y el Biozyme nos hacen pensar de esta manera.

4.2.3.4 DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE A PRODUCTOS AL MISMO O A DIFERENTE NIVEL DE 0 APLICACIONES

En este caso, al comparar entre sí a los 27 tratamientos de subparcelas, solo se formaron 2 grupos de significancia cuya separación no está claramente definida. Esto, debido a que de los 27 tratamientos 23 pertenecen a los dos grupos.

Según se aprecia en el CUADRO 17, los rendimientos del grupo a, que van desde 604 Kg/ha hasta 1,920 Kg/ha, son iguales entre sí, mientras que los del grupo b se consideran similares desde los 463 Kg/ha hasta los 1,813 Kg/ha.

Es decir que los únicos tratamientos que no están comprendidos en ambos grupos de significancia son los extremos: los herbicidas testigos con 1,920 Kg/ha y el Agropilus con una aplicación, cuyo rendimiento es de 463 Kg/ha. Nótese que la diferencia entre ellos es de casi una tonelada y media.

Así pues, aunque el diseño experimental especifica mayor precisión para subparcelas, vemos que la gran variabilidad que ocasionó la sequía en los resultados del experimento no nos permitió aprovechar dicha precisión para hacer mejores interpretaciones.

De cualquier manera, nos queda claro que a excepción del Gesaprim 50, los herbicidas redujeron marcadamente los rendimientos.

En el caso de los fitorreguladores, creemos que los bajos rendimientos se deben principalmente a la falta de agua, lo que a su vez pudo haber ocasionado un efecto contraproducente en su acción sobre las plantas.

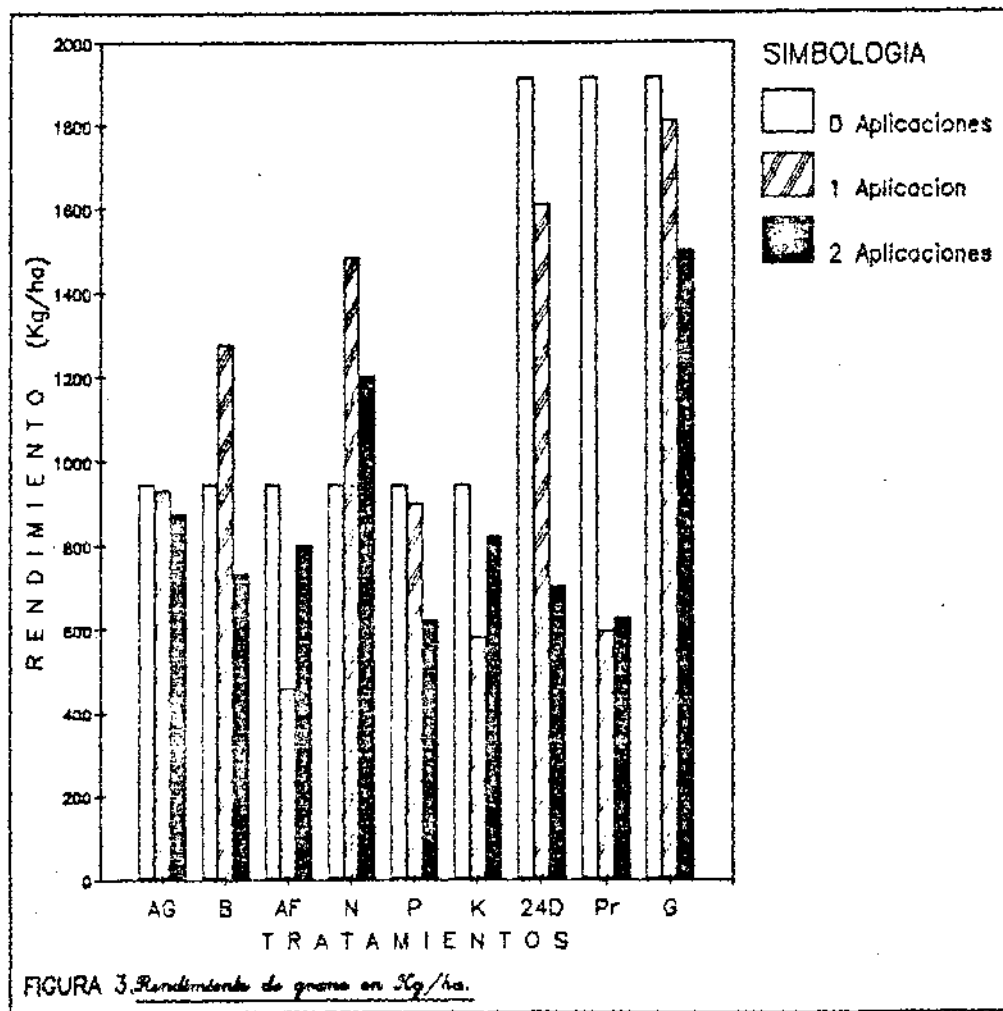
De igual forma, los fertilizantes no pudieron tener un efecto positivo sobre el rendimiento debido a la misma carencia de agua, salvo la Urea Foliar que quizá, al propiciar mayor desarrollo vegetativo le dió a la planta mayores recursos para soportar el estrés causado por la sequía, además de que fue uno de los tratamientos favorecidos con el sombreado de los árboles.

En la FIGURA 3 se grafican los rendimientos obtenidos con cada tratamiento.

CUADRO 17.- Grupos de significancia encontrados para el factor A Productos al mismo o a diferente nivel de B Aplicaciones en el Rendimiento de Grano. Zapopan, Jalisco. 1987.

TRATA- MIENTO	P R O D U C T O	RENDIMIENTO (Kg/ha)		
24D0	Herbipol	1,920	a	b
Pr 0	Primagram 500 FW	1,920		
G 0	Gesaprim 50	1,920		
G 1	Gesaprim 50	1,813		
24D1	Herbipol	1,617		
G 2	Gesaprim 50	1,504		
N 1	Urea Foliar	1,492		
B 1	Biozyme	1,283		
N 2	Urea Foliar	1,204		
N 0	Urea Foliar	954		
P 0	Fosnitro	954		
K 0	Cloruro de Potasio	954		
AG 0	Activol	950		
B 0	Biozyme	950		
AF 0	Agroplus	950		
AG 1	Activol	938		
P 1	Fosnitro	908		
AG 2	Activol	883		
K 2	Cloruro de Potasio	825		
AF 2	Agroplus	808		
B 2	Biozyme	738		
24D2	Herbipol	707		
Pr 2	Primagram 500 FW	633		
P 2	Fosnitro	629		
Pr 1	Primagram 500 FW	604		
K 1	Cloruro de Potasio	586		
AF 1	Agroplus	463		

t ab = 2.10



4.3 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

4.3.1 RENDIMIENTO DE MAZORCA

Los rendimientos promedio de mazorca de cada tratamiento se reportan en el CUADRO 18; en él se puede apreciar que los resultados son prácticamente los mismos que los de rendimiento de grano. Sin embargo, el objeto de determinar esta variable fué el de obtener información para poder estimar el por ciento de olate.

No obstante, vale la pena resaltar a aquellos tratamientos cuyos promedios se vieron reducidos por las malas condiciones de una de las repeticiones. Tales son los casos del Biozyme con dos aplicaciones, el Fosnitro con una y dos, el Agropius con una y el Cloruro de Potasio con una, que no obtuvieron cosecha en algunas de sus repeticiones o que, si la obtuvieron, fué mínima.

Si a esto sumamos que los testigos obtuvieron buenos rendimientos, nos dá por resultado que a excepción de la Urea Foliar y del Biozyme con 2 aplicaciones, ningún tratamiento reportó respuestas positivas en el rendimiento, cuestión que ya fué ampliamente discutida en puntos anteriores.

4.3.2 PORCIENTO DE OLOTE

Con los valores de rendimiento de mazorca y de grano se calcularon los de por ciento de olate, mismos que se reportan en el CUADRO 19.

En dicho cuadro se aprecia que hubo poca variación entre tratamientos en relación a la media general \approx 21.2 %. Sin embargo, se aprecia que el Fosnitro estuvo por debajo de la media con 1.8 puntos porcentuales y con 2.8 puntos abajo del valor más alto, el cual se obtuvo con Primagram y con Herbipol.

Los valores obtenidos con dichos herbicidas respaldan lo comentado acerca del daño que ocasionaron al cultivo y de los bajos rendimientos que se consiguieron.

Por otro lado, en cuanto al efecto del Fosnitro, recordemos la cita de Tisdale y Nelson (1966) que se comentó en el tema 2.3.3, en la que mencionan que el fósforo se considera esencial para la formación de semillas e incrementa la calidad de las mismas, así que ésta pudo haber sido la razón de que disminuyera el por ciento de olate.

En lo que respecta al número de aplicaciones, se observa que los testigos reportan un mayor porcentaje de olate en relación a los tratamientos, lo cual podría indicarnos que, en términos relativos, los tratamientos que recibieron aplicación de productos -excepto los herbicidas citados líneas arriba- obtuvieron mejores rendimientos que los testigos.

CUADRO 18.- Medias por tratamiento en Rendimiento de Mazorca (Kg/ha).
Zapopan, Jalisco. 1987.

P R O D U C T O	N o . D E A P L I C A C I O N E S			MEDIAS
	0	1	2	PRODUCTOS
Activol	1,267	1,163	1,113	1,181
Biozyme	1,267	1,588	925	1,260
Agroplus	1,267	571	1,000	946
Urea Foliar	1,200	1,877	1,496	1,524
Fosnitro	1,200	1,092	796	1,029
Cloruro de Potasio	1,200	721	1,075	999
Herbipol	2,463	2,046	927	1,812
Primagram 500 FW	2,463	783	808	1,351
Gesapria 50	2,463	2,325	1,908	2,232
MEDIAS APLICS.	1,643	1,352	1,116	1,370

CUADRO 19.- Medias por tratamiento en Porcentaje de Glote (%).
Zapopan, Jalisco, 1987.

P R O D U C T O	No. DE APLICACIONES			MEDIAS
	0	1	2	PRODUCTOS
Activol	25.0	19.4	20.6	21.7
Biozyme	25.0	19.2	20.3	21.5
Agroplus	25.0	19.0	19.2	21.1
Urea Foliar	20.5	20.5	19.5	20.2
Fosnitro	20.5	16.9	20.9	19.4
Cloruro de Potasio	20.5	18.7	23.3	20.8
Herbipol	22.0	21.0	23.7	22.2
Primagram 500 FW	22.0	22.9	21.7	22.2
Gesaprim 50	22.0	22.0	21.2	21.7
MEDIAS APLICS.	22.5	19.9	21.2	21.2

4.3.3 ALTURA DE PLANTA

Los promedios de las tres repeticiones de cada tratamiento son reportados en el CUADRO 20.

Es recomendable comparar los resultados de la altura de planta con los del rendimiento y observar que existe mucha semejanza entre ambos. En altura de planta también es notoria la superioridad de los testigos con respecto a la aplicación de productos, excepto en la Urea Foliar nuevamente y en el Gesaprim 50 que demuestra que no ocasionó daños al cultivo y que tiene potencial para los fines que perseguimos.

También se observa el daño ocasionado a las plantas por la aplicación del Herbipol y del Primagram 500 FW.

4.3.4 ALTURA DE MAZORCA

En el CUADRO 21 se presentan los promedios de altura de mazorca y en él se puede observar que en los promedios de productos la altura es bastante homogénea, salvo en los casos del Herbipol y del Primagram en los que el daño que sufrió la planta se reflejó en una altura menor. También es apreciable que con Gesaprim 50 se obtuvo una mayor altura de mazorca, la cual está proporcionada con la altura de planta que se reportó en el CUADRO 20.

Cabe señalar que, al igual que en las variables anteriores, los promedios del número de aplicaciones fueron menores en los tratamientos que en los testigos.

4.3.5 NUMERO DE MAZORCAS POR PLANTA

Debido a los fuertes daños que ocasionó la sequía, al momento de las mediciones, muchas de las mazorcas no podían considerarse como tales, pues algunas todavía se encontraban en estado de jilote y otras no alcanzaron a llenar el grano por falta de agua. Sin embargo, para efectos del conteo si fueron tomadas en cuenta. Los resultados obtenidos se reportan en el CUADRO 22.

Los valores encontrados en esta variable son semejantes a los de las variables anteriores, lo cual dá un mejor apoyo a nuestras interpretaciones.

Así por ejemplo, una vez más es notorio que el Primagram y el Herbipol ocasionaron mermas en el rendimiento. También se aprecia que la Urea Foliar y el Gesaprim obtuvieron valores superiores a la media experimental, misma que presenta un valor inferior a la unidad, lo cual refleja la magnitud del daño por sequía.

CUADRO 20.- Medias por tratamiento en Altura de planta (cm).
Zapopan, Jalisco. 1987.

P R O D U C T O	N o . D E A P L I C A C I O N E S			MEDIAS
	0	1	2	PRODUCTOS
Activol	283	279	289	278
Biozyme	283	261	257	274
Agroplus	283	275	278	279
Urea Foliar	282	281	290	284
Fosnitro	282	276	265	274
Cloruro de Potasio	282	279	262	271
Herbipol	281	261	243	262
Primagram 500 FW	281	193	190	221
Gesaprim 50	281	294	288	288
MEDIAS APLICS.	282	267	261	270

CUADRO 21.- Medias por tratamiento en Altura de mazorca (cm).
Zapopan, Jalisco. 1987.

P R O D U C T O	No. DE APLICACIONES			MEDIAS
	0	1	2	PRODUCTOS
Activol	157	156	151	155
Biozyme	157	153	145	152
Agroplus	157	141	158	152
Urea Foliar	149	147	157	151
Fosnitro	149	155	156	153
Cloruro de Potasio	149	155	145	150
Herbipol	153	133	134	140
Primagram 500 FW	153	106	108	122
Gesaprim 50	153	167	157	159
MEDIAS APLICS.	153	146	146	148

**CUADRO 22.- Medias por tratamiento en No. de mazorcas por planta.
Zapopan, Jalisco. 1987.**

P R O D U C T O	N o . D E A P L I C A C I O N E S			MEDIAS
	0	1	2	PRODUCTOS
Activol	1.20	0.86	1.04	1.04
Biozyme	1.20	0.80	0.86	0.95
Agroplus	1.20	0.66	1.13	1.00
Urea Foliar	1.00	1.13	0.93	1.02
Fosnitro	1.00	1.00	0.93	0.98
Cloruro de Potasio	1.00	1.13	0.93	1.02
Herbipol	1.06	0.93	0.66	0.88
Primagram 500 FW	1.06	0.66	0.60	0.77
Gesaprim 50	1.06	1.06	0.93	1.02
MEDIAS APLICS.	1.09	0.91	0.89	0.96

Ahora bien, el hecho de que productos como Activol, Agroplus y Cloruro de Potasio hayan obtenido un promedio de mazorcas por planta superior a la unidad y que no se haya reflejado en el rendimiento de grano no es contradictorio pues, como señalábamos líneas arriba, en muchas ocasiones no se estaban contabilizando mazorcas propiamente dichas, sino jilotes o mazorcas sin llenar grano, mismas que pudieron haberse reflejado en los valores relativamente más elevados de por ciento de plote en dichos tratamientos. agroplus De cualquier manera, los promedios de los testigos fueron superiores a los de los tratamientos con una y dos aplicaciones, lo cual también se ha detectado en las variables anteriores.

4.3.6 LONGITUD DE MAZORCA

Al igual que en las demás variables, los valores de longitud de mazorca se promediaron por tratamiento y, los estamos presentando en el CUADRO 23.

Nuevamente encontramos el mismo patrón de respuestas que en las variables anteriores; se observa que los testigos presentan valores más elevados que los tratamientos, a excepción de la Urea Foliar y, ligeramente, el Cloruro de Potasio. Posiblemente este último valor se haya visto alterado porque, tanto con una como con dos aplicaciones, solo se pudieron promediar los datos de 3 mazorcas por parcela pues no se obtuvieron más.

También es notorio que el Primagram ocasionó una reducción en la longitud de mazorca, no así el Herbípol que prácticamente mantuvo el mismo tamaño.

En los casos del Biozyme con dos aplicaciones, del Agroplus con una y del Fosnitro con una y dos, en los que también se observa una marcada reducción de talla de mazorca, los promedios se ven determinadamente afectados por causa de las repeticiones en que no se obtuvo cosecha por falta de agua, y no creemos que los valores encontrados sean respuestas causadas por la aplicación de los productos.

4.3.7 DIAMETRO DE MAZORCA

Los resultados de esta variable también se asemejan a los anteriores. En este caso también se observa que, en términos generales, los testigos obtuvieron buenos diámetros y que fueron superados ligeramente por la Urea Foliar y por el Activol. Estos resultados se reportan en el CUADRO 24.

También es evidente que la aplicación de Primagram ocasionó una fuerte reducción en el diámetro de mazorca, mientras que el

CUADRO 23.- Medias por tratamiento en Longitud de mazorca (ca).
Zapopan, Jalisco. 1987.

P R O D U C T O	N o . D E A P L I C A C I O N E S			M E D I A S
	0	1	2	PRODUCTOS
Activol	13.8	13.7	12.1	13.2
Biozyme	13.8	13.2	8.6	11.9
Agroplus	13.8	8.8	12.1	11.6
Urea Foliar	12.4	13.4	13.8	13.2
Fosnitro	12.4	8.4	9.5	10.1
Cloruro de Potasio	12.4	12.4	13.4	12.7
Herbipol	13.7	13.9	13.1	13.6
Primagram 500 FW	13.7	10.4	10.9	11.7
Gesaprim 50	13.7	13.1	13.3	13.4
MEDIAS APLICS.	13.3	11.9	11.9	12.4

**CUADRO 24.- Medias por tratamiento en Diametro de mazorca (cm).
Zapopan, Jalisco. 1987.**

P R O D U C T O	N o . D E A P L I C A C I O N E S			MEDIAS
	0	1	2	PRODUCTOS
Actival	4.1	3.9	4.5	4.2
Biozyme	4.1	4.5	2.8	3.8
Agroplus	4.1	2.9	4.0	3.7
Urea Foliar	4.1	4.4	4.1	4.2
Fosnitro	4.1	2.8	3.0	3.3
Cloruro de Potasio	4.1	4.0	4.2	4.1
Herbipol	4.3	4.3	3.7	4.1
Primagram 500 FW	4.3	2.8	3.8	3.6
Gesapria 50	4.3	4.3	4.3	4.3
MEDIAS APLICS.	4.2	3.8	3.8	3.9



Herbipol sólo mostró su efecto negativo al realizar dos aplicaciones.

De igual forma, se vuelven a presentar valores muy bajos con una aplicación del Agropilus, con dos aplicaciones de Biozyme y con el Fosnitro, tanto con una como con dos aplicaciones y, volvemos a insistir en que lejos de que pueda deberse a los efectos indeseables de los productos, nosotros lo atribuimos al efecto aritmético que ejercen sobre el promedio de cada tratamiento aquellas repeticiones en las que no se obtuvo cosecha.

4.4 PRECIPITACION PLUVIAL

Sobra en este momento el hablar del indispensable papel que juega el agua sobre el desarrollo de las plantas y del efecto que tuvo la sequía del mes de septiembre sobre los resultados del presente trabajo, pues esto ya ha sido discutido abundantemente a lo largo de todo el trabajo. Sin embargo, sería conveniente recordar un par de citas realizadas en el tema 2.2.1 en las que Tizio (1980) y Rojas y Ramirez (1987), respectivamente, señalan que las respuestas a la aplicación de fitoreguladores dependen del estado fisiológico de las plantas y que éstas no deben de presentar carencias de nutrientes ni de agua.

Aunque las citas hacen alusión únicamente a la aplicación de fitoreguladores, nosotros nos atrevemos a hacerlas extensivas a la aplicación de cualquier producto puesto que, como los mismos autores lo mencionan, dicha dependencia de la plantas se desprende de la Ley de los Factores Limitantes, misma que podremos ejemplificar sencilla y objetivamente de la siguiente manera:

Consideremos que el desarrollo de las plantas es como el agua contenida en un barril de varias fajillas de madera (FIGURA 4) y que cada una de ellas representa a uno de los factores que intervienen en el desarrollo del cultivo y, si alguna de ellas tuviera una fisura, aunque todas las demás estuvieran intactas, el nivel del agua o rendimiento, se vería afectado. Por supuesto que entre más cerca de la base se localice la fisura, más afectado resultará el nivel del agua en el barril.

Así pues, estas consideraciones nos permiten interpretar, de alguna manera, el efecto que pudo haber tenido la sequía sobre las respuestas de nuestros tratamientos.

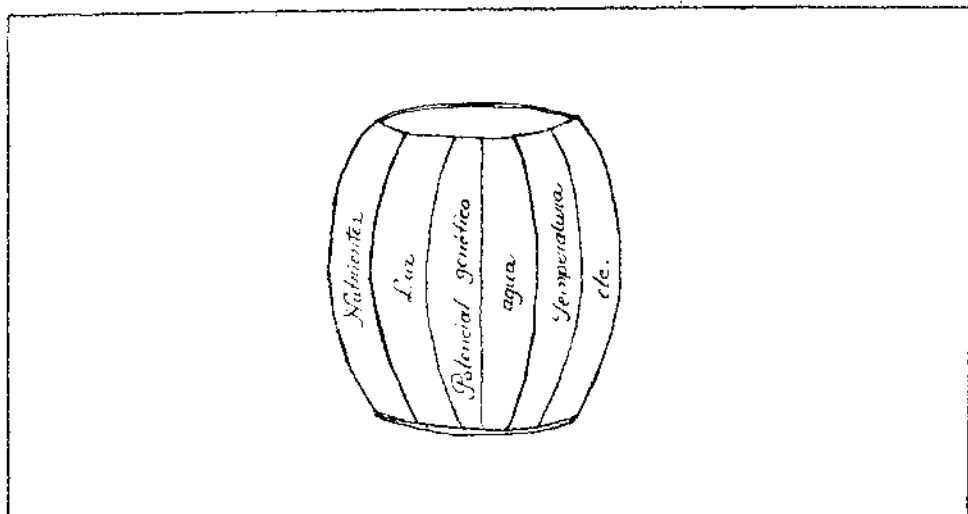


FIGURA 4.- Esquematización de la Ley de los Factores Limitantes sobre el desarrollo vegetal.

En el CUADRO 25 se presentan las cantidades de lluvia que se registraron durante el ciclo de cultivo (junio - noviembre de 1987).

Aunque los datos proporcionados por la estación meteorológica son bastante representativos de lo errático del temporal de 1987, no reflejan al 100 % las condiciones que se presentaron sobre el área experimental. Así, por ejemplo, la ligera precipitación reportada el día 16 de septiembre no se presentó en el lugar, por lo que la sequía se prolongó por un espacio de 18 días ininterrumpidos.

Asimismo, no está registrada la lluvia del 13 de agosto que se precipitó durante la segunda aplicación de tratamientos.

En el mismo cuadro se aprecia el espacio de varios días sin lluvia alrededor del 20 de julio en el cual se favoreció el ataque de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), mismo que fué controlado con aspersiones de folidol en sus primeros estadios y, posteriormente, con aplicaciones directas de insecticida granulado.

Ahora bien, aunque en los seis meses reportados se registraron 565 mm de precipitación, debemos de recordar que la siembra se realizó el día 24 de junio, razón por la que el cultivo dispuso de únicamente 467 mm durante todo su ciclo vegetativo.

Otro punto que se puede observar es que el 29 de junio se presentó una fuerte tormenta que ocasionó algunos pequeños problemas por escorrentía superficial. Sin embargo, en los días subsiguientes hubo días soleados que favorecieron el

CUADRO 25.- Precipitación diaria del 1 de Julio al 30 de Noviembre de 1987 (mm). Estación Meteorológica BAM-5 20° 33' N 103° 28' W. Zapopan, Jalisco.

DIAS	JUNIO	JULIO	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	
1	15	-	-	3	-	-	
2	5	10	3	12	-	-	
3	inap.	-	-	25	-	-	
4	-	-	5	-	-	-	
5	20	-	-	-	-	-	
6	1	-	-	-	-	-	
7	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	
9	-	25	-	-	-	-	
10	-	20	2	-	-	-	
11	-	20	-	-	-	inap.	
12	5	20	-	-	-	-	
13	-	-	-	-	-	-	
14	-	-	-	-	-	-	
15	10	7	-	-	-	-	
16	15	-	-	5	-	-	
17	17	-	-	-	-	-	
18	-	-	13	-	-	-	
19	5	-	6	-	-	-	
20	-	-	3	-	-	-	*
21	-	-	3	-	-	-	
22	-	-	4	12	-	-	
23	5	-	-	20	-	-	
24	12 @	-	-	25	-	-	
25	2	18	2	-	-	-	
26	-	7	-	-	-	-	
27	5	-	10	-	-	-	
28	-	12	-	-	-	-	
29	105	4	-	-	-	-	
30	15	8	-	-	-	-	
31	-	8	-	-	-	-	
TOTAL DEL MES	237	163	61	104	0	0	TOTAL
ACUMULADO	237	400	461	565	565	565	565
DIAS CON LLUVIA APRECIABLE	15	12	10	7	0	0	46

@ Fecha de siembra

* Fecha de cosecha

encontramiento del suelo y que dificultó la emergencia de las plántulas.

También se aprecia que después de la fuerte sequía de septiembre, los días 22, 23 y 24 del mismo se precipitó una cantidad considerable de lluvia (57 mm = 12 % del agua precipitada durante el ciclo vegetativo), misma que permitió que algunas plantas pudieran llegar a floración femenina, aunque muchas otras estaban tan dañadas que ya no respondieron a la disponibilidad de agua.

En la gráfica que se presenta en la FIGURA 5 se puede observar el desarrollo fenológico del cultivo junto con la precipitación registrada durante este lapso.

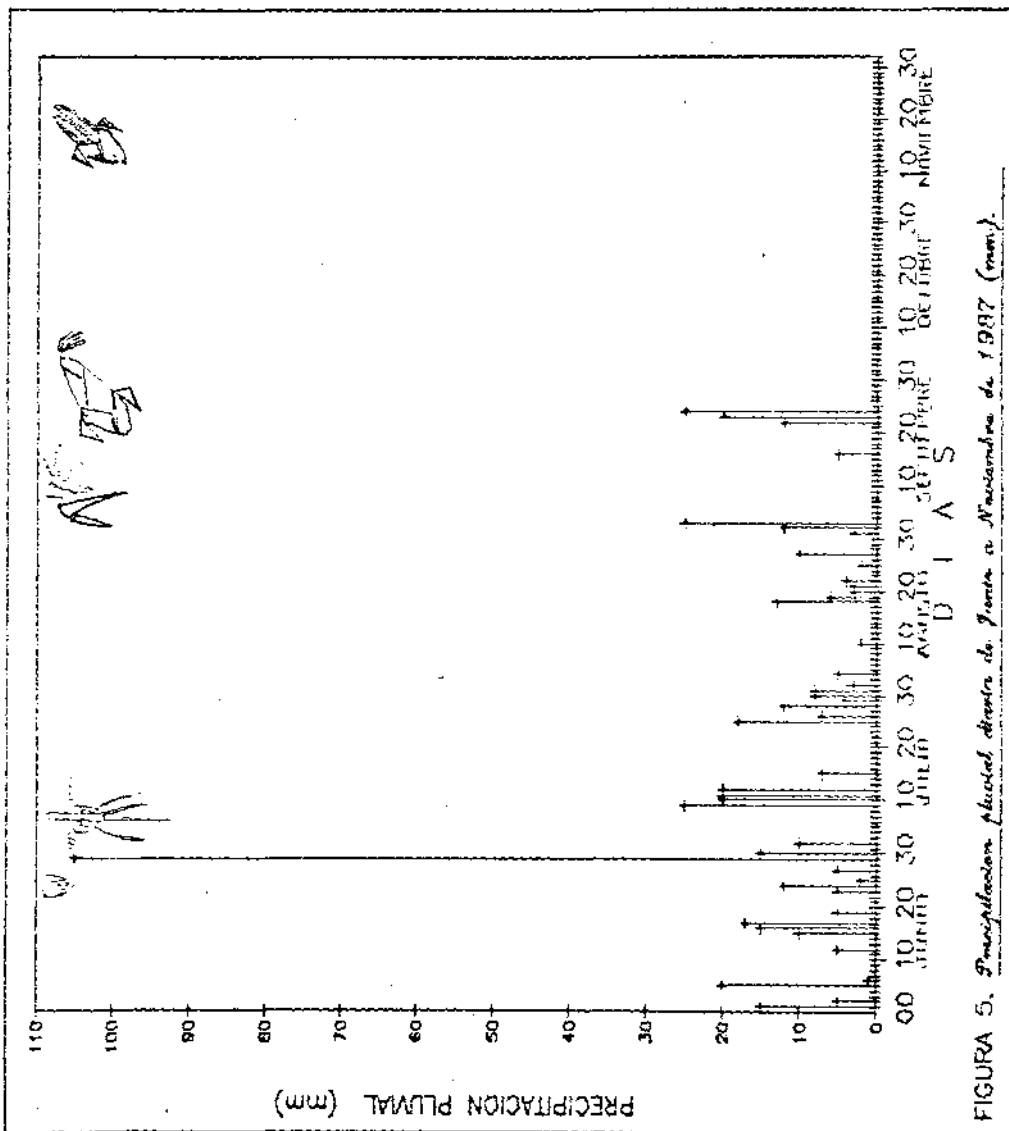


FIGURA 5. Precipitación pluvial directa de Punta a Nancasabana de 1987 (mm).

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- a) La fuerte sequía que se presentó justo en la etapa de la floración fué una gran limitante para poder definir con precisión el efecto de los tratamientos pues, la respuesta de una planta a la aplicación de cualquier producto, necesariamente difiere al estar bajo condiciones normales y al padecer estrés por sequía.
- b) La sombra proyectada de algunos árboles sobre algunas de las parcelas experimentales ocasionó que el efecto de la sequía no fuera uniforme en todas ellas. Esto, debido a que los niveles de evapotranspiración se redujeron en aquellas parcelas que se vieron favorecidas con el sombreado.

De esta manera, dichas variaciones consideradas como no pertinentes y no controlables, incrementaron los valores del error experimental, haciendo menos confiables los resultados obtenidos en el análisis estadístico.

- c) No obstante las limitantes anteriores, creemos que pudimos comprobar que realmente es posible modificar los días a floración en el maíz mediante aspersiones foliares de agroquímicos y, que el presente trabajo sienta bases muy modestas para la realización de futuros proyectos con vistas a eficientar la producción de semillas mejoradas.
- d) Los efectos que mostraron los tratamientos sobre la floración del material genético utilizado son los siguientes:
 - Con las dosis probadas, tanto el Primagram 500 FW como el Herbipol, lograron retrasar significativamente ambas floraciones. Sin embargo, ocasionaron daños severos a las plantas y considerables mermas, también significativas, en el rendimiento de semilla.
 - Por el contrario, aunque sus respuestas no fueron significativas, el Gesaprim 50 mostró tendencias a retrasar la floración obteniendo, a la vez, muy buenos rendimientos.
 - En cuanto a los fitoreguladores, el Biozyme no mostró ninguna tendencia clara ni en la floración ni en el rendimiento, no así el Activol y el Agroplus, quienes mostraron tendencias a adelantar la floración y a obtener rendimientos menores a la media, aunque dichos resultados no fueron estadísticamente significativos.
 - De los fertilizantes foliares, la Urea mostró tendencias a adelantar ligeramente la floración masculina, a retrasar la floración femenina y a obtener buenos rendimientos. El Fosnitro solo mostró retraso en la floración femenina y en lo que se refiere a floración masculina no se detectó

respuesta. El Cloruro de Potasio se mantuvo muy cercano a las medias experimentales de ambas floraciones y, en rendimiento, tanto Fosfito como Cloruro de Potasio, obtuvieron valores bajos.

5.2 RECOMENDACIONES

Aunque los resultados obtenidos pierden confiabilidad a causa del siniestro ocurrido precisamente en la etapa fenológica de floración, las tendencias mostradas por los tratamientos nos dan una idea del efecto que tienen sobre la floración en el maíz y del potencial que presentan para lograr coincidencias en la floración de materiales progenitores de semillas.

De esta manera, nuestra primera recomendación sería la de realizar más experimentos en los que se pueda contar con la disponibilidad del riego y en los que se pueden considerar los modestos resultados obtenidos en este trabajo.

Así pues, nosotros no recomendamos la utilización del Primagram 500 FW ni del Herbipol en las dosis probadas. Sin embargo, si es conveniente realizar pruebas a dosis menores, principalmente del Herbipol que, con una aplicación no fué tan dañino a las plantas, logró retardar el momento de la floración e, incluso, logró buenos rendimientos. Es posible que con dosis bajas y con un mayor número de aplicaciones se obtengan respuestas deseables. Inclusive podría manejarse con dosis a niveles de fitorregulador. Recordemos que su ingrediente activo es el 2,4-D.

Con especial interés recomendamos se realicen pruebas con el Gesaprim 50 pues, según vimos, pudiera ser eficiente para retardar la floración y sin menoscabo del rendimiento de semilla.

Por lo que respecta a fertilizantes foliares y a fitorreguladores, pensamos que es necesario continuar realizando pruebas en las que sería conveniente utilizar mayores dosis y aumentar el número de aplicaciones pues estamos convencidos de que estos productos tienen un gran potencial.

Asimismo, creemos que es necesario seguir investigando con otros productos que no fueron considerados en este experimento y que seguramente, entre la infinita variedad existente, hay muchos de ellos que son eficientes para los fines que perseguimos. Tal podría ser el caso de productos retardadores del crecimiento como los utilizados en la horticultura ornamental para la producción de macetas (nochebuenas y crisantemos). Dichos productos detienen el crecimiento vegetativo de las plantas y las inducen a entrar a la etapa de floración. Entre estos productos podemos mencionar al Cycocel, al B-Nueve o B-Nine, a la hidrazida maléica y al Alar.

Así pues, finalmente recomendamos que se implemente en la Facultad de Agronomía un programa de investigación sobre el control de la floración en la producción de semillas en el cual se estudien diferentes productos, dosis, sistemas de aplicación e, incluso, otros métodos que puedan ser eficientes para controlar la floración, como podrían ser las podas, las labores culturales y, en general, los medios fisiotécnicos.

Mediante dicho programa, la Universidad de Guadalajara puede plantear propuestas de gran impacto para hacer más eficiente el proceso de producción de semillas, pues una buena coincidencia en la floración de los materiales progenitores permite mejorar los rendimientos gracias a una mejor polinización y, principalmente, puede reducir sustancialmente los costos de producción.

Así, los resultados se verían reflejados directamente en la industria productora de semillas e, indirectamente, en los productores del campo, quienes verían más fácil el acceso a materiales de calidad para la siembra, mismos que les permitirían mejorar su producción, sus ingresos, su nivel de vida y la producción de básicos en el país.

Pensamos que muchas empresas productoras de semillas pudieran estar interesadas en este programa de investigación y que podrían hacerse convenios con ellas para disponer de terrenos, materiales, recursos e, incluso, personal técnico calificado y con experiencia, mientras que la Facultad de Agronomía podría contar con el apoyo de Profesores, Investigadores y de alumnos, quienes podrían obtener las ventajas de la capacitación práctica en el campo, de un buen tema de tesis y, porque no, de un futuro trabajo al egresar.

VI.- BIBLIOGRAFIA

- 1) Alba, G. 1983. Producción de semillas. ITESM. Ensayo no publicado.
- 2) Bidwell, R., G.S. 1979. Fisiología vegetal. AGT editor S.A. México, D.F.
- 3) Boswell, R., V. 1961.
 - Qué son las semillas y qué hacen.
 - Hábitos de floración y producción de semillas.IN Semillas. USDA. CECEA. México D.F.
- 4) Brauer, H., O. 1969. Fitogenética aplicada. Sexta reimpresión. LIMUSA. México, D.F.
- 5) Detroux, L. 1967. Los herbicidas y su empleo. Tratados de especialización agrícola. Dikos-tau S.A.-Ediciones. Barcelona, España.
- 6) Devlin, R., M. 1980. Fisiología vegetal. Tercera edición. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España.
- 7) Douglas, J. 1981. Elementos esenciales para el éxito de un programa de semillas; guía de estudio. CIAT. Cali, Colombia.
- 8) García, G., J. 1982. Producción de semilla genética y básica de frijol y maíz. Primer curso avanzado sobre producción y tecnología de semillas. La Habana, Cuba.
- 9) Granados, R., G. 1984. Producción de semilla de variedades de maíz de polinización libre. VIII Curso de capacitación de postgrado en tecnología de semillas. CIAT. Cali, Colombia.
- 10) Inzunza, I., M.A. 1986. Respuesta del maíz (*Zea mays* L.) a variaciones del régimen de humedad del suelo en tres etapas de su desarrollo. Tesis de Maestría en Ciencias especialidad Hidrociencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- 11) Jugenheimer, R.W. 1976. Maíz; variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. LIMUSA. México, D.F.
- 12) Klingman, G.C. y F.M. Ashton. 1980. Estudio de las plantas nocivas. Principios y prácticas. Primera edición. LIMUSA. México, D.F.
- 13) Little, T.M. y F.J. Hills. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Quinta reimpresión de la primera edición en español. Editorial TRILLAS. México, D.F.
- 14) Mitchel, J.W. y G.A. Livingston. 1979. Métodos para el estudio de hormonas y sustancias reguladoras de crecimiento. Editorial TRILLAS. México D.F.

- 15) National Academy of Sciences. 1978. Plantas nocivas y cómo combatirlas. Control de plagas de plantas y animales. Vol.II. Primera edición. LIMUSA. México, D.F.
- 16) Pehlman, J.M. 1959. Mejoramiento genético de las cosechas. LIMUSA. México, D.F.
- 17) Resnik, M.E. 1980. Nutrición Mineral IN Fisiología vegetal. Sivori, E.M., E.R. Montaldi y D.H. Caso. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- 18) Reyes, C., P. 1985. Diseño de experimentos aplicados. Segunda edición. Cuarta reimpresión. Editorial TRILLAS. México, D.F.
- 19) Richter, G. 1980. Fisiología del metabolismo de las plantas. Traducción de la segunda edición. Tercera reimpresión. CECOSA. México, D.F.
- 20) Rojas, G., M. 1978. Manual teórico-práctico de herbicidas y fitorreguladores. LIMUSA. México, D.F.
- 21) Rojas, G., M. y H. Ramírez. 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Primera edición. LIMUSA. México, D.F.
- 22) Rodríguez, S., F. 1982. Fertilizantes. Nutrición vegetal. AGT Editor S.A. México, D.F.
- 23) Steel, R.G. y J.H. Torrie. 1986. Biostatistical Principles y procedimientos. Primera edición en español. Mc Graw Hill. México, D.F.
- 24) Tanaka, A. y J. Yamaguchi. 1972. Producción de materia seca. componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Segunda impresión. Centro de Botánica. Editorial C.F. Chapingo, México.
- 25) Thomson, W.T. 1983. Herbicides. Agricultural Chemicals-Book II 1983-84 revision. Thomson publications. Fresno Ca. U.S.A.
- 26) Tiedale, S. y W.L. Nelson. 1966. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. UTEHA. México, D.F.
- 27) Tizio, R.M. 1980.
 - Aplicaciones agronómicas de los reguladores del crecimiento
 - Reguladores del crecimiento.IN Fisiología vegetal. Sivori, E.M., E.R. Montaldi y D.H. Caso Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- 28) Weaver, R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial TRILLAS. México, D.F.

CUADRO 1A.- Medias por tratamiento en Dias a Floracion Masculina.
Zapopan, Jalisco. 1987.

P R O D U C T O	N o . D E A P L I C A C I O N E S			MEDIAS
	0	1	2	PRODS.
Activol	78.00	77.33	77.00	77.44
Biozyme	78.00	77.33	77.66	77.66
Agroplus	78.00	77.66	77.00	77.55
Urea Foliar	77.66	78.33	78.33	78.11
Fosnitro	77.66	78.00	77.66	77.77
Cloruro de Potasio	77.66	77.66	77.66	77.66
Herbipol	77.33	78.66	80.33	78.77
Primagram 500 FW	77.33	83.00	85.00	81.78
Gesaprim 50	77.33	77.66	78.00	77.66
MEDIAS APLICS.	77.66	78.40	78.74	78.27

**CUADRO 2A.- Medias por tratamiento en Dias a Floracion Femenina.
Zapopan, Jalisco. 1987.**

P R O D U C T O	N o . D E A P L I C A C I O N E S			MEDIAS
	0	1	2	PRDS.
Activol	93.00	83.66	89.00	88.55
Biozyme	93.00	93.33	96.66	94.33
Agroplus	93.00	94.66	86.66	91.44
Urea Foliar	91.00	81.33	87.33	86.55
Fosnitro	91.00	98.66	101.66	97.11
Cloruro de Potasio	91.00	93.33	94.00	92.78
Herbipol	87.33	93.66	100.33	93.77
Primagram 500 FW	87.33	104.00	108.60	100.00
Gesaprim 50	87.33	88.33	86.33	87.33
MEDIAS APLICS.	90.44	92.33	94.51	92.43

CUADRO 3A.- Medias por tratamiento en Rendimiento de Grano (Kg/ha).
Zapopan, Jalisco. 1987.

P R O D U C T O	N o . D E A P L I C A C I O N E S			M E D I A S P R O D S.
	0	1	2	
Activol	950	938	883	924
Biozyme	950	1,283	738	990
Agroplus	950	463	808	740
Urea Foliar	954	1,492	1,204	1,217
Fosnitro	954	908	629	830
Cloruro de Potasio	954	586	825	788
Herbipol	1,920	1,617	707	1,415
Primagram 500 FW	1,920	604	633	1,052
Gesaprim 50	1,920	1,813	1,504	1,746
MEDIAS APLICS.	1,275	1,078	881	1,078