

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores
"CUAUTITLAN"

"RENDIMIENTO DE HIBRIDOS SIMPLES, DOBLES
Y DE TRES LINEAS DE MAIZ (Zea mays L.) LIMITA-
CIONES Y VENTAJAS DE LA PRODUCCION DE SU
SEMILLA"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
LUIS MANUEL GARCIA DEL TORO

Directores de Tesis: M.C. Alejandro Espinosa Calderón.
Ing. Margarita Tadeo Robledo

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

1989





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	Pag.
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos.....	4
1.2 Hipótesis.....	4
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1 Importancia del maíz en México.....	5
2.2 Producción de maíz.....	6
2.3 Factores que afectan la producción.....	12
2.3.1 Temperatura.....	12
2.3.2 Fotoperíodo.....	12
2.3.3 Agua.....	13
2.3.4 Suelo.....	14
2.3.5 Genéticos.....	15
2.3.6 Bióticos.....	16
2.4 Adaptación de variedades de maíz.....	17
2.5 Heterosis.....	20
2.6 Hibridación.....	21
2.7 Híbridos simples.....	22
2.8 Híbridos dobles.....	24
2.9 Cruzas de tres líneas.....	26
2.10 Variedades sintéticas.....	26

	Pag.
III. MATERIALES Y METODOS.....	28
3.1 Material genético.....	28
3.2 Líneas progenitoras de las cruzas participantes en el experimento.....	29
3.2.1 Comparación de medias del rendimiento de -- las líneas progenitoras de los híbridos par ticipantes.....	30
3.2.2 Análisis de varianza para el rendimiento de de las líneas progenitoras.....	31
3.3 Ubicación del experimento y condiciones ambien-- tales.....	32
3.3.1 Localización geográfica.....	32
3.3.2 Tipo de clima.....	32
3.3.3 Distribución de la precipitación.....	33
3.4 Diseño experimental.....	35
3.5 Diseño del experimento.....	35
3.6 Análisis estadístico del experimento.....	35
3.7 Comparación de medias.....	36
3.8 Siembra.....	36
3.9 Fertilización.....	37
3.10 Control de malezas.....	37
3.11 Variables cuantificadas.....	37
3.11.1 Rendimiento.....	39

	Pag.
3.11.2 Peso húmedo de campo.....	39
3.11.3 Porcentaje de humedad.....	40
3.11.4 Porcentaje de materia seca.....	40
3.11.5 Porcentaje de grano.....	40
3.11.6 Días a floración femenina.....	40
3.11.7 Días a floración masculina.....	41
3.11.8 Altura de planta y de mazorca.....	41
3.11.9 Calificación de planta, mazorca y acame...	41
3.11.10 Cobertura de mazorca.....	41
3.11.11 Diámetro de mazorca.....	42
3.11.12 Longitud de mazorca.....	42
3.11.13 Profundidad de grano.....	42
3.11.14 Número de hileras por mazorca.....	42
3.11.15 Número de granos por hilera.....	43
3.11.16 Peso de 200 granos.....	43
IV. RESULTADOS.....	44
4.1 Análisis de varianza.....	44
4.2 Prueba de significancia entre medias.....	44
4.2.1 Comparación de medias de rendimiento.....	44
4.2.2 Comparación de medias de días a floración - femenina.....	48
4.2.3 Comparación de medias del porcentaje de ma- teria seca y porcentaje de grano.....	49

	Pag.
V. DISCUSION.....	55
5.1 Rendimiento de grano.....	55
5.2 Días a floración.....	57
5.3 Porcentaje de materia seca y porcentaje de grano	59
5.4 Líneas progenitoras y sus cruzas híbridas.....	60
5.5 Cobertura de mazorca.....	62
5.6 Altura de mazorca.....	63
VI. CONCLUSIONES.....	64
VII. BIBLIOGRAFIA.....	66
VIII. APENDICE.....	70

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro	Pag.
1 Variables cuantificadas durante el desarrollo del experimento.....	38
2 Cuadrados medios del análisis de varianza y significancia de las fuentes de variación de las características evaluadas en 18 variedades de maíz en Mexicalcingo, Edo. de México. 1987.....	45
3 Análisis de varianza del rendimiento de 18 variedades de maíz evaluadas en Mexicalcingo, Edo. de México. 1987.....	46
4 Comparación de medias del rendimiento por hectáreas de 18 variedades de maíz evaluadas en Mexicalcingo, Edo. de México. 1987.....	47
5 Comparación de medias de días a floración masculina y femenina de 18 variedades de maíz evaluadas en Mexicalcingo, Edo. de México. 1987.....	50
6 Comparación de medias del porcentaje de materia seca de 18 variedades de maíz evaluadas en Mexicalcingo, Edo. de México. 1987.....	52
7 Comparación de medias del porcentaje de grano de 18 variedades de maíz evaluadas en Mexicalcingo, Edo. de México. 1987.....	54

Figura	Pag.
1 Precipitación media mensual (1971-1980).....	34
2 Medias de días a floración masculina y femenina - de 18 variedades de maíz evaluadas en Mexicalcingo, Edo. de México. 1987.....	51

Cuadro del apéndice

1A Comparación de medias de las variables restantes de acuerdo a la prueba de Tukey en la evaluación de 18 variedades de maíz. Mexicalcingo, Edo. de - México. 1987.....	71
---	----

I. INTRODUCCION

La producción mundial de alimentos se ha incrementado en los últimos 10 años, pero no al ritmo del incremento poblacional. Sobre todo en algunos países del tercer mundo, la tasa de crecimiento anual de la población ha sido mayor que la tasa de crecimiento en la producción de alimentos, (Wartan, 1976).

Esta situación se manifiesta por supuesto en México, donde el principal grano básico es el maíz, que aunque ocupa un 41.4% de las tierras de cultivo, no se produce en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades de consumo nacional, (PIRA, 1981).

Del área total cultivada de maíz en México, un 88% corresponde a zonas temporaleras, por lo que una alternativa para atacar el problema de la baja productividad sería el buscar en incremento de los rendimientos en estas áreas, obviamente hay evidencia de la necesidad de aplicar mejoras tecnológicas por medio del uso de variedades adaptadas a diferentes condiciones ecológicas. Esta idea ha sido expresada claramente por los investigadores del Centro de Investigaciones Agrarias, (C.I.A., 1980), en los siguientes términos: "La inversión en zonas temporaleras, reeditaría a mediano plazo en la recuperación de la situación de México como país autosuficiente en alimentos".

Las diferencias entre las regiones climáticas y las variaciones que ocurren dentro de ellas son pronosticables en su mayoría, sin embargo hay variaciones que son impredecibles en el tiempo (tales como la cantidad de distribución de las lluvias) y se presentan fluctuaciones año con año. Debido a que las condiciones del medio ambiente varían para diferentes años en un mismo lugar y para diferentes lugares en un mismo año, para poder observar y estudiar la adaptación de variedades, se necesita de experimentación, de cultivar dichas variedades en repetidas ocasiones, comparando diferentes genotipos en tiempo y espacio, para conocer mejor su comportamiento y lograr considerar los aspectos más relevantes que caracterizen a cada una de ellas a través de los diferentes medios.

El alto costo de la producción de semillas mejoradas y diversos factores hacen que los agricultores no renueven periódicamente el material genético que utilizan en la siembra viéndose disminuidos de esta forma los rendimientos con el transcurso del tiempo en algunos casos y en otras ocasiones se pierden las características originales en cuanto a resistencia a plagas y enfermedades.

Los métodos de mejoramiento genético, como proceso continuo de investigación han dado por resultado con el esfuerzo constante a través de los años y a partir de variedades criollas, la forma-

ción de variedades sintéticas, variedades mejoradas, híbridos simples, dobles y de tres líneas de maíz, en dicho proceso de formación la evaluación de las líneas progenitoras y las cruzas de diferente tipo es un paso importante para seleccionar las más sobresalientes, tanto por la producción de semilla como por sus características agronómicas de importancia económica.

Por lo anterior en este trabajo se evalúa la capacidad productiva de híbridos simples, de tres líneas y dobles de maíz, así como el comportamiento de los progenitores respectivos en una localidad del Valle de Toluca, estableciéndose los siguientes objetivos:

1.1 OBJETIVOS

1. Determinar el nivel productivo de las cruzas simples y tri---líneales en comparación con las variedades mejoradas, dobles - y criollas.
2. Definir la adaptación de los híbridos de tres líneas en comparación con las variedades comerciales.
3. Determinar cuales son las variedades que tienen mayores ventajas para la producción de su semilla, por el comportamiento -- productivo de sus progenitores.

1.2 HIPOTESIS

1. Las cruzas simples y las de tres líneas de maíz son superiores en rendimiento a los híbridos dobles y a las variedades mejo--radas.
2. El ciclo vegetativo de los híbridos nuevos permite su adapta--ción en el Valle de Toluca.
3. Las variedades criollas y mejoradas permiten una mejor pro---ducción de semilla en comparación con las cruzas simples, dobles y de tres líneas debido a su mayor adaptación.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia del maíz en México

El maíz (Zea mays L.), es el único cereal importante que se cree que se ha desarrollado en el Nuevo Mundo, especialmente en México. Es también, de todos los cultivos el más altamente domesticado. El maíz no perdura (y aparentemente no puede) en la naturaleza; sobrevive solamente por cultivo. Los ancestros silvestres del maíz no se han encontrado actualmente, de modo que su evolución, se ha conocido a través de estudios arqueológicos y paleobotánicos. Estos estudios señalan que era un cultivo significativo en México hace 5000 años y quizás aún antes. Los indios americanos, producían y mejoraron selectivamente el maíz desde 3400 -- años A. de C. hasta 1500 D. de C. y fueron los primeros criadores de plantas que trabajaron con el mismo, (Chapman, 1976).

Palacios (1964) señala que, en nuestros días la importancia que tiene el cultivo del maíz abarca tres aspectos diferentes:

1. Importancia Agrícola. Se le encuentra sembrado en todos los estados de la República, ocupando el 50% del área cultivada.
2. Importancia Económica. Más de 2.5 millones de jefes de familia lo cultivan.
3. Importancia Social. Su uso principalmente es para la alimentación humana, el 90% de los mexicanos lo consumen. Es sin duda

alguna un cultivo de gran importancia en México, pues en su -- consumo descanza la alimentación de millones de pobladores.

La importancia del maíz en la alimentación nacional es de -- primer orden. Representa cerca de la mitad del volumen total de - alimentos que se consumen en el país, proporción que se eleva en -- sentido inverso al ingreso de las familias. De acuerdo con las in -- vestigaciones sobre la distribución del ingreso de 1963 y 1968, - las familias de más bajos ingresos consumen el doble de maíz -- en terminos per capita- que la de ingresos medios y altos, (SEP, --- 1984).

La importancia del maíz en México se debe a que en realidad se trata de un complejo cultural que no agota consideraciones --- agrícolas, alimentarias, biológicas o costumbristas. Para evaluar la totalidad de fenómenos que se generan en torno a su cultivo, - transporte, almacenamiento y uso. Así mismo, debe hacerse referan -- cia a la significación del cereal en otras épocas, única forma de comprender la que tiene en la actualidad, (SEP, 1984).

2.2 Producción de maíz

Varios investigadores han estudiado en México la relación -- entre la densidad de plantas y los rendimientos de maíz. El número óptimo de plantas por hectárea que se ha encontrado ha variado

de 20 mil para maíz sin fertilizar en alturas medias y bajas sobre el nivel del mar hasta 80 mil para maíz fertilizado en regiones con alturas superiores, (Laird, Guillen y Peregrina, 1955).

Cada zona maicera se caracteriza por tener climas diferentes lo que hace que en cada una de ellas se desarrollen variedades -- distintas, situación que obliga a la diversificación de los métodos de mejoramiento, para así formar variedades adaptadas a cada zona como sucede con los maíces precoces y resistentes a la sequía para zonas temporales, y tardíos vigorosos y de alto rendimiento para zonas de riego o alta precipitación, (Pedrisco, 1965).

La mejora de la agricultura tiene que fundamentarse como es lógico, en la elevación de los rendimientos unitarios de las cosechas, con un aumento mínimo en los gastos de cultivo; para lograr esta elevación de los rendimientos se puede recurrir a diversos -- medios: Adopción de variedades mejoradas, empleo de fertilizantes, defensa contra plagas y enfermedades y perfeccionamiento de la técnica de cultivo, (De la Loma, 1970).

Los factores que afectan los rendimientos de las cosechas, -- independientemente de la sequía intraestival, son las plagas y enfermedades, las cuales se han incrementado debido al monocultivo -- trayendo consigo una erosión y empobrecimiento paulatino de los -- suelos, (Reyna, 1970).

Aitken (1972) estudiando la relación entre el desarrollo y la estructura de la planta menciona que: El desarrollo de la planta desde la siembra hasta el estado de la semilla fisiológicamente madura, se divide en tres etapas. La primera corresponde al estado vegetativo y las otras corresponden a las etapas reproductivas temprana y tardía. La longitud total es el "Período de Crecimiento". Una planta anual que desarrolla rápidamente, tiene un período de crecimiento corto, pero con desarrollo más lento toma mayor tiempo. La primera es de "Floración temprana" y la segunda es de "Floración tardía".

Hay varios tipos de semillas de maíz de alto rendimiento, -- entre los que destacan los llamados híbridos, pero cuya excepcional productividad sólo dura para la primera siembra. En las siguientes la productividad baja tan señaladamente que a veces los rendimientos son inferiores a los que pueden obtenerse con semillas ordinarias, lo cual obliga al agricultor a adquirir semilla nueva cada año. También menciona que las variedades mejoradas de polinización abierta son otro tipo de maíz de alto rendimiento, -- tienen la gran ventaja de la permanencia y el agricultor puede -- destinar una parte de su cosecha para semilla del año siguiente. La ventaja especial de los híbridos es su capacidad de responder bien a los fertilizantes y éstos sólo pueden emplearse con eficiencia en las zonas que tienen suministro de agua regular y adecuado. Con tierra fértil, nivelada e irrigada, buen drenaje y fer

tilización adecuada, también las variedades tradicionales de maíz mexicano producen buenas cosechas. La ventaja de la experimentación genética en el maíz esta, pues, en descubrir un modo de contrarrestar las insuficiencias materiales de las milpas mexicanas tradicionales, no en elevar la producción en escasas tierras de riego, (Hewitt, 1977).

Laird (1977) considera que el rendimiento de un cultivo depende de un gran número de condiciones conocidas como factores de productividad; se puede expresar esta relación como: Rendimiento = F (clima, planta, hombre, suelo, tiempo).

López (1978) analizó el color de grano de maíz y su relación con la precocidad. Concluye que el maíz de color blanco es más tardío que el amarillo y el azul consecutivamente, por lo cual en siembras retrasadas en Valles Altos los agricultores acostumbran emplear maíz azul o amarillo, a diferencia del maíz blanco que es empleado cuando el temporal (temporada de lluvias) se establece con normalidad y deja un lapso muy largo para el desarrollo del cultivo.

Fuentes (1978) menciona que el maíz necesita suficiente humedad en el suelo, para la asimilación de los nutrientes y para satisfacer sus necesidades de transpiración y formación de tejidos celulares siendo los siguientes tres periodos los críticos:

1. Desde la germinación de la semilla hasta la formación de sus -
hojas y tallos.
2. Durante la floración es el período de mayor importancia crítica en cuanto a los rendimientos de la cosecha.
3. En el crecimiento de los granos de la mazorca.

Tanto en siembras en escala comercial como en experimentos -- bien realizados, se han obtenido bajos rendimientos de maíz respecto a grano y/e forraje cuando no se usa la densidad óptima de siembra. Sin embargo, cada región agrícola, de acuerdo con sus -- condiciones ecológicas y edáficas y según la variedad que se vaya a sembrar, requerirá de una población óptima, en su número de --- plantas por unidad de superficie, que produzca el máximo rendi--- miento de grano o de forraje y la mayor calidad bromatológica del último, (Robles, 1978).

La gran diversidad en tipos, razas y nuevas variedades de -- maíz que actualmente hay en México, permite que haya maíces adaptados a prácticamente todas las condiciones que puedan presentarse. Podemos encontrar maíz cultivado desde las costas del Golfo - y del Pacífico hasta más de 5000 msnm, con temperaturas medias -- mensuales, durante su ciclo vegetativo, de 20°C en las zonas más cálidas, hasta 12°C o menos de promedio mensual, (C.I.A., 1980).

El maíz se siembra de temporal, con probabilidades (aunque -

escasa) de obtener cosecha en zonas tan áridas como la altiplanicie de San Luis Potosí, en donde la precipitación total durante el año es menor a 400 mm, hasta en las sierras de Hidalgo, Puebla y Veracruz, o en las selvas de Tabasco y Chiapas, con lluvias anuales superiores a 4000 mm. Las necesidades de agua del cultivo en condiciones óptimas, son de 800 a 1200 mm durante su ciclo de cultivo, (C.I.A., 1980).

Desde el punto de vista climático, al parecer el único inconveniente del maíz para ampliar su distribución es la susceptibilidad de la planta a las heladas -quizá por su origen tropical- lo que obliga a los agricultores a introducir variedades muy precoces en los sitios en donde aquellas se presentan, (C.I.A., 1980).

Cuando el cultivo se introduce a una nueva área de producción, puede estar menos adaptado que en la zona climática donde usualmente se produce. En algunos casos las especies introducidas por primera vez no parecen tener buena adaptación, pero después -de que se cultivan varias veces, presentan mejor adaptación y mejor productividad, (Poehlman, 1981).

2.3 Factores que afectan la producción

2.3.1 Temperatura

En general, la temperatura media óptima durante el ciclo vegetativo del maíz, es de 25 a 30°C, pero debe recordarse que puede ser mayor o menor según las distintas regiones agrícolas. Temperaturas medias óptimas de 40°C, son perjudiciales en especial - en el período de polinización en regiones con alta humedad relativa, de tal manera que, al hacer dehiscencia las anteras, los granos de polen germinan y mueren antes de que se realice la fecundación lo cual origina disminución del número de granos por mazorca y por consecuencia, bajos rendimientos por unidad de superficie, (Robles, 1978).

La siembra tardía, o bien las bajas temperaturas durante la fase de crecimiento vegetativo, retrasan la floración femenina y se traduce en un corto período de llenado del grano, (Tanaka y -- Yamaguchi, 1984).

2.3.2 Fotoperíodo

Se sabe que la temperatura y el fotoperíodo actuando como -- factores separados bajo condiciones controladas afectan el desarrollo de las plantas, pero el problema se agudiza en condiciones

de campo, donde las plantas crecen bajo combinaciones variadas de amlos factores, (Aitken, 1972).

Se considera que el maíz es una planta insensible al fotoperíodo, debido a que se adapte a regiones o fotoperíodos cortos, - neutros, o de fotoperíodo largo. Sin embargo los mayores rendi--- mientos se obtienen de 11 a 14 horas luz. Mayor número de horas - luz (fotoperíodo largo) o menor número (fotoperíodo corto) de los antes indicados, si son excesivos, afectan el desarrollo normal - del maíz y principalmente, afectan la floración, disminuyendo en ambos casos los rendimientos. En general el maíz se adapta desde más o menos 50° latitud norte hasta alrededor de 40° latitud sur, pasando por todas las latitudes comprendidas en este rango tan -- amplio en diferentes regiones agrícolas del mundo, (Robles, 1978).

2.3.3 Agua

Debido a que no todas las variedades e híbridos con los que se cuenta en la actualidad requieren de la misma cantidad de agua es muy importante conocer las necesidades de cada uno, para hacer la elección apropiada y cultivarlo en regiones donde la precipita ción sea óptima para el desarrollo máximo del cultivo, (Reyna, -- 1970).

Los requerimientos óptimos de humedad, son diferentes, si se

consideran variedades precoces (alrededor de 80 días) y variedades tardías (alrededor de 140 días). Bajo condiciones de "temporal" y con variedades adaptadas, se pueden tener buenos rendimientos con más o menos 500 mm de precipitación pluvial distribuidos durante el ciclo vegetativo, (Robles, 1978).

La distribución de lluvia escasa o mala afecta adversamente al rendimiento. El calor y la sequía durante el período de polinización a menudo causa desecación del tejido foliar y la formación deficiente de semillas. Sin embargo, la lluvia excesiva ocasiona la lixiviación de los nutrientes del suelo y puede incrementar la incidencia de ciertas enfermedades. La humedad afecta la evaporación y por lo tanto la eficacia de la lluvia. La humedad varía con la temperatura, el viento y la cantidad de lluvia, (Jugenheimer, 1981).

2.3.4 Suelo

Algunas plantas se desarrollan mejor en condiciones de pH ácido mientras que otras no, lo que hace necesario en varios casos el uso de caliza agrícola. Tales circunstancias tienen relación también con la disponibilidad o aprovechabilidad de los nutrientes, para el caso del cultivo del maíz, el pH óptimo en el suelo está indicado como de 6 a 7, (Ortiz, 1977).

El maíz prospera en diferentes tipos de suelo, respecto a -- la textura y la estructura. Se siembra en suelos arcillosos, ar-- cillo-arenosos, francos, franco-arenosos, etc.; sin embargo, son mejores los suelos con textura más o menos franca que permiten un buen desarrollo del sistema radicular, y por consecuencia, mayor eficiencia en la absorción de la humedad y de los nutrientes del suelo, de tal manera que se eviten problemas de "encame" (caída - de las plantas) en el maíz. Básicamente, el suelo es importante - por su textura y estructura, por su contenido de elementos orgáni-- cós como fuente de nutrientes, por la humedad, aereación, tempe-- ratura, flora microbiana, etc.; que contribuyen a proporcionar a la planta condiciones edáficas óptimas para un buen desarrollo ve getativo y obtener buenos rendimientos, (Robles, 1978).

2.3.5 Genéticos

Ortiz (1977) al estudiar los factores hereditarios y ambien-- tales que pueden tener efecto en el crecimiento y rendimiento de las plantas cultivadas, menciona entre otros a los factores gené-- ticos como:

- a) Relacionado con la genética de la semilla
 - 1. Resistencia de las plagas y enfermedades
 - 2. Resistencia a la sequía
 - 3. Resistencia al encharcamiento
 - 4. Crecimiento rápido

5. Mayor capacidad de rendimiento, etc.

b) Híbridos y variedades mejoradas

1. Dan rendimientos muy satisfactorios
2. Se ha descubierto que los genes de los cromosomas influyen en los procesos fisiológicos controlando la síntesis de las enzimas.

c) Diferencia de producción entre variedades. Se presume que:

1. El sistema enzimático de una variedad sea más efectivo
2. Una puede absorber nutrientes en forma más efectiva
3. Una puede desarrollar en mejor forma su sistema radical
4. Una variedad puede tener más fuerte sistema de absorción en la zona de raíces en comparación con la otra.

d) Variedades y necesidades de nutrientes. Al sustituir una variedad por otra de mayor rendimiento no se debe olvidar que:

1. La de mayor rendimiento necesita fertilizantes en mayor cantidad y aplicados en un período más corto
2. Una planta no puede rendir bien en un suelo empobrecido
3. El suelo se agota más rápidamente con una variedad de alto rendimiento, en cuyo caso la fertilización química es necesaria.

2.3.6 Bióticos

Entre los muchos factores bióticos que existen, algunos de los que, al afectar el crecimiento de las plantas y limitar las -

labores agrícolas, son una limitación potencial para el rendimiento y a veces una amenaza del fracaso de una cosecha, (Ortiz, 1977):

1. Una fertilización abundante, a la vez que produce un buen desarrollo, origina una condición favorable a las enfermedades.
2. El ataque de algunas enfermedades puede manifestarse en las plantas como una gran necesidad de fertilizantes.
3. Los híbridos y variedades resistentes dan mejores respuestas a las aplicaciones de fertilizantes.
4. Una planta con fertilización balanceada, tiene un buen desarrollo y resistencia a ciertas enfermedades.
5. Los insectos también presentan problemas. Su combate oportuno evita daños serios en las plantas cultivadas.
6. Las malas hierbas limitan el desarrollo y compiten con los cultivos de importancia económica.

2.4 Adaptación de Variedades de Maíz

Wellhausen (1957) afirma que deben llevarse a cabo comparaciones de variedades en varias localidades y durante varios años para determinar las mejores variedades en cuanto a la adaptación en una zona, y además de que con estas pruebas se logra aislar el mejor material básico para los programas de mejoramiento a iniciar en las distintas localidades.

López (1978) define al término adaptación como el acondicionamiento para sobrevivir en un ambiente específico.

El mayor rendimiento de las plantas depende en gran parte de su capacidad para aprovechar mejor el agua, la energía luminica, las sustancias nutritivas y en general, las condiciones del medio ambiente. Esto se denomina adaptación al medio ambiente, (Brauer, 1978).

Los fitomejoradores han aprovechado la característica de gran adaptabilidad del maíz, para desarrollar variedades de un comportamiento consistentemente bueno a través de los diferentes medios ambientes, tratando de reducir al máximo los efectos desfavorables del ambiente sobre el rendimiento, ya que el medio ecológico esta determinado por una serie de condiciones variables para diferentes años en un mismo lugar y para diferentes lugares en un mismo año. (Brauer, 1978).

El maíz es una especie vegetal con una gran área de adaptación a diversas condiciones ecológicas y edáficas, tiene una amplia distribución geográfica, como lo demuestra el hecho de que se cultiva desde Argentina hasta Canada esto es en todo América, así como en países de Europa desde los 50° latitud norte hasta los 40° latitud sur, (Robles, 1978).

En México, debido a que la productividad y adaptación del -- maíz se ven limitados fuertemente por las diversas condiciones -- ecológicas debido a las diferentes altitudes se han establecido - programas de mejoramiento para estas distintas altitudes, formán- dose tanto híbridos como variedades sintéticas, (C.I.A., 1980).

Poehlman (1981) menciona que, en ocasiones especies introdu- cidas por primera vez en una zona, no presentan una buena adapta- ción, lo cual se logra después que se cultivan varias veces obte- niéndose a la vez una mayor productividad. La rapidez con que --- esto se realice dependerá de:

- La forma de polinización de la especie
- El grado de variabilidad genética
- La longevidad de la especie

Espinosa (1985) hace referencia a dos tipos de adaptación: - amplia y local; la primera la tienen variedades que son capaces - de producir un rendimiento alto y estable en diferentes localida- des; la segunda es presentada por variedades con un rendimiento - alto, consistentemente, sobre las fluctuaciones estacionales y -- anuales del ambiente en un sitio especial. También menciona que - en los maíces criollos de México se observa que la adaptación tie- ne dos sentidos, adaptación vertical y adaptación horizontal; --- pudiéndose considerar la primera como aquella que presentan varie- dades muy rendidoras en su localidad y poco productivas en otras,

y la segunda le presentan variedades rendidoras en localidades diferentes.

2.5 Heterosis

La heterosis puede manifestarse de muchos modos. Una manifestación de la heterosis es una mayor precocidad en la F_1 en cualquiera de los genitores, acompañada a veces por una disminución del peso total de la planta. Otros efectos heteróticos que se han mencionado en organismos híbridos son la mayor resistencia a enfermedades e insectos, aumento de tolerancia a los rigores del clima y otras diversas manifestaciones de mejor adaptación, (Allard, 1967).

Heterosis o vigor híbrido se define como: crecimiento, fuerza y salud poco comunes de los híbridos de dos progenitores menos vigorosos. El vigor depende de un sistema radical grande y eficiente, de hojas bien desarrolladas con buen suministro de clorofila de tejidos firmes de sostén y de otras propiedades. Los genes para el vigor se reúnen en los híbridos y debido a su dominancia producen la expresión máxima en la F_1 , (Gardner, 1972).

La heterosis es un fenómeno biológico de importancia económica, su valor es de mayor interés cuando la F_1 manifiesta mayor vigor que el progenitor más vigoroso y además, mejores características

ticas agronómicas deseables. Los cruzamientos experimentales de razas y variedades realizadas por diversos investigadores han manifestado heterosis en rendimiento de grano, en alto grado que --exceden 40% en promedio, a los mejores progenitores y a las variedades de uso común en las principales áreas maiceras, (Paterniani, 1973).

En varias investigaciones se ha demostrado que los cruzamientos entre variedades de maíz de genotipo muy diferente es donde se manifiesta un alto grado de heterosis, mientras que los híbridos provenientes de líneas emparentadas muestran poca heterosis, (Brauer, 1978).

2.6 Hibridación

Allard (1967) indica que las operaciones en la producción de maíces híbridos son las siguientes:

1. Selección de plantas adecuadas en las poblaciones de polinización libre
2. Autofecundación de éstas plantas durante varias generaciones para producir líneas puras homocigóticas
3. Cruzamientos de las líneas escogidas.

Las variedades híbridas son el resultado de la selección y del cruzamiento de progenitores sobresalientes, su uso se reali-

za en zonas agrícolas altamente tecnificadas; las ventajas sobre las variedades sintéticas son su mayor y mejor producción y su -- uniformidad aún cuando pueden ser un peligro cuando se presenta una epifitía, por lo cual el mejoramiento es un proceso continuo, (Reyes, 1971).

La formación de líneas puras es básica para tener éxito en la hibridación; por lo mismo, durante la formación de ellas, se debe realizar una selección entre líneas y otra dentro de líneas con objeto de eliminar aquellas plantas que presenten caracteres indeseables; entre otros, tendencia al acame, plantas raquíticas, plantas cloróticas ó con albinismo, plantas con susceptibilidad a enfermedades, (Robles, 1978).

La hibridación es el cruzamiento entre individuos de constitución genética distinta. Es un método para la creación de nuevas variedades, que utiliza las cruzas para obtener recombinaciones genéticas, (Poehlman, 1981)

2.7 Híbridos simples

Un híbrido simple (cruza simple), se hace combinando dos líneas autofecundadas. Los híbridos simples tienden a ser más productores y más uniformes sus plantas y mazorcas que otros tipos de híbridos. El alto costo de la semillas es el principal proble-

ma de los híbridos simples para producirlos comercialmente. Las semillas de las cruza simple son producidas en plantas de líneas autofecundadas, las cuales producen poca semilla y polen, esto hace que el costo de producción de la semilla de un híbrido simple sea alto, debido a la baja producción, (Jugenheimer, 1981).

Una crusa simple superior recupera el vigor y la productividad que se perdió durante el proceso de autofecundaciones y será más vigorosa y productiva que la variedad progenitora original de polinización libre, de las que se obtuvieron las líneas autofecundadas. No todas las combinaciones de líneas autofecundadas producen cruza simple superiores. En realidad las combinaciones de líneas autofecundadas que producen cruza simple de rendimientos sobresalientes son relativamente raras. Las combinaciones de líneas autofecundadas deberán probarse, para encontrar las que puedan ser útiles para la producción de semilla híbrida, (Poehlman, 1981).

Sin embargo en base a buena productividad se deben seleccionar líneas que rebasen un cierto nivel de costeabilidad en la producción de semillas, una propuesta de clasificación se fundamenta en el rendimiento total de semilla y otra en la producción de semilla comercial, la primera escala se divide en: 1. Muy mala; cuando la línea tiene un rendimiento menor de 1500 kg/ha; 2. Mala, de 1500 a 2500 kg/ha; 3. Buena, con rendimientos entre 2500 y -

3500 kg/ha; 4. Muy buena de 3500 a 4500 kg/ha y, 5. Excelente, si rinde más de 4500 kg/ha de semilla, (Espinosa, 1988).

Las líneas que conforman la crusa simple hembra del H-30 - - tienen una productividad que las ubica como "BUENAS", con rendimientos superiores a 2500 kg/ha en su ambiente óptimo, lo cual ha permitido plantear su uso comercial como híbrido simple denominado experimentalmente H-34E, (Espinosa, Albarrán y Bernal, 1988).

2.8 Híbridos dobles

Las ventajas de los híbridos dobles son: Mayor producción de grano; mayor sanidad de mazorca y grano; plantas más cortas pero vigorosas; que resisten el acame y rotura; uniformidad en altura de planta, floración, maduración; ésto trae como consecuencia una mayor aplicación de tecnología adecuada para diferentes adaptaciones en el maíz; mayor precocidad y desarrollo vegetal. Tienen desventajas los híbridos dobles: Necesidad de obtener semilla para cada siembra y el alto costo de la semilla; reducida área de adaptación, tanto en tiempo como en espacio; alta interacción genotipo ambiente; escasa variabilidad genética que los hace vulnerables a las epifitias; necesidad de tecnología avanzada y uso de insumos para aprovechar la potencialidad genética; bajos rendimientos de forraje y rastrojo, (Reyes, 1975).

Los híbridos dobles involucran cuatro componentes, líneas -- autofecundadas A, B, C y D. El primer año A y B se cultivan en un lugar en surcos separados, en tanto que C y D se siembran también en otro lugar aislado. Cuando las plantas empiezan a florecer, se eliminan las espigas del progenitor que va a producir la semilla. Por lo tanto, el polen del progenitor masculino polinizará al -- azar el progenitor femenino. Solamente se utiliza la semilla de -- las plantas femeninas, debe tenerse cuidado para evitar cruzamien-- tos indeseables. Al siguiente año los híbridos de las variedades A X B y C X D, se cultivan juntos dejando que la polinización se efectuó en la misma forma que la acabada de describir. La proge-- nie de ésta segunda cruza difiere de sus progenitores autofecunda-- dos en varios aspectos importantes. El vigor de desarrollo y los rendimientos se aumentan considerablemente y las plantas y mazor-- cas son uniformes en muchos aspectos. El acame se reduce debido a que las líneas autofecundadas de las cuales se produce el híbrido se seleccionaron por su resistencia a éste factor entre muchos -- otros. A diferencia de las variaciones producidas mediante polini-- zación libre, el maíz híbrido facilita la cosecha mecánica, - - - (Ochse, 1976).

Los híbridos de cruza doble presentan una mayor complejidad para incrementar semilla, que los híbridos de tres líneas y sim-- ples ya que hay que incrementar sus orígenes (identidades) genéti-- cos por separado. En México la mayoría de los híbridos obtenidos

se conformarán bajo la estrategia de híbridos dobles, sin embargo en los últimos años se han aportado evidencias que comprueban que es factible producir bajo una aceptable costeabilidad, híbridos - de tres líneas y aún híbridos simples, (Espinosa y Carballo, - - 1986).

2.9 Cruzas de tres líneas

La semilla de cruce de tres líneas, $(A \times B) \times C$, generalmente es menos cara de producir que la de cruces simples pero más cara que la de cruces dobles. En algunos casos son producidas don de estan disponibles tres líneas que combinen bien, y que falta - una cuarta línea adecuada para producir un híbrido doble, ó cuando se quiere mucha uniformidad. Las cruces de tres líneas también son usadas para predecir híbridos dobles deseables. Las cruces de tres líneas también se usan mucho en Estados Unidos para predecir maíz dentado y maíz palomero, (Jugenheimer, 1984).

Algunos casos de híbridos de tres líneas en México son H-135, H-149E (Espinosa y Carballo, 1986); H-355 (Ron y Ramírez, 1988).

2.10 Variedades sintéticas

Una variedad sintética de maíz es el resultado de la multi- plicación, bajo condiciones de polinización libre de un híbrido -

múltiple, (Lonquist, 1949).

Carias (1979) menciona que las variedades sintéticas tienen aproximadamente el mismo rendimiento que las variedades de polinización libre adaptadas, y compiten favorablemente en rendimiento con las cruas simples y dobles. Además se señalan dos ventajas de los sintéticos:

1. Posee una mayor variabilidad que los híbridos, lo que dan una mayor adaptación a diversas condiciones ecológicas
2. Es preferible en zonas de ingresos bajos para eliminar las necesidades de adquirir una nueva semilla P_1 cada año, ya que la semilla del sintético puede ser conservada con relativa facilidad por los agricultores.

Se pueden formar las variedades sintéticas mediante la intercruza de variedades, de rasas de líneas de planta a planta, pero siempre deben ser cinco líneas o más, pues de lo contrario solo se formarían generaciones avanzadas de combinaciones híbridas, -- con la consiguiente baja de rendimiento, (Poehlman, 1981).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Material Genético

El material genético empleado en esta investigación es el siguiente:

- a) Híbridos de Cruza Simple (C.S.): C.S. H-28 ♀, C.S. H-28 ♂, --- C.S. H-30 ♀, C.S. H-30 ♂, C.S. H-32 ♀, C.S. H-32 ♂.
- b) Híbridos de crusa doble para Valles Altos: H-28, H-30, y H-32.
- c) Variedades de tres líneas: H-23 E y (SS-E-3 X SS-E-5) X Mich - 21-88-3-3.
- d) Cuatro variedades mejoradas: V-23, V-26 A, VS-22 y el denominado Amarillo Zanahoria.
- e) Como testigos se emplearon tres criollos regionales: Blanco -- tardío, Amarillo, y el Blanco Cacahuacintle.

3.2 Líneas progenitoras de las cruas híbridas participantes en el experimento. Datos proporcionados por la red de tecnología de semillas. Región Centro. INIFAP. Metepec, Mex. 1987.

TRATAMIENTO NO.	GENEALOGIA	PARTICIPACION EN HIBRIDO
1	MICH 21-183	♀ DE C.S. ♀ H-30
2	MICH 21-181-14-1	♂ DE C.S. ♀ H-30
3	MICH 21-88-3-3	♀ DE C.S. ♂ H-30
4	Cr 439	♂ DE C.S. ♂ H-30
5	MICH 21-26	♀ DE C.S. ♀ H-28
6	(MEX 39 COMP I X MICH 21-20) -29-2	♂ DE C.S. ♀ H-28
7	MICH 21-COMP I-7-2	♀ DE C.S. ♂ H-28
8	MICH 21-COMP I-27-2	♂ DE C.S. ♂ H-28
9	VS-102-81	♀ DE C.S. ♀ H-32
10	C.V. 368-40	♂ DE C.S. ♀ H-32
11	Cr 163-11	♀ DE C.S. ♂ H-32
12	C.V. 411-37	♂ DE C.S. ♂ H-32

3.2.1 Comparación de medias del rendimiento de las líneas progenitoras de los híbridos participantes en el presente experimento. Datos proporcionados por la red de tecnología de semillas. Región Centro. INIFAP. Moteneq, Méx. 1987.

TRATAMIENTO NO.	LINEA	RENDIMIENTO Kg/Ha.	COMPARACION DE MEDIAS
9	VS-102-8	5478	A
12	C.V. 411-37	5075	AB
8	MICH 21-COMP I-27-2	4750	ABC
3	MICH 21-88-3-3	4195	CD
5	MICH 21-26	3852	DE
4	Gr 439	3718	DEF
1	MICH 21-183	3629	DEFG
2	MICH 21-181-14-1	3505	DEFG
6	(MEX 39 COMP I X MICH 21-20) -29-2	2482	H
7	MICH 21-COMP I-7-2	2455	H
10	C.V. 368-40	2398	H
11	Gr 163-11	1217	I

DMSH = 749.5

*Tukey al 0.05

3.2.2 Análisis de varianza para el rendimiento de las líneas progenitoras de los híbridos participantes en el presente experimento. Datos proporcionados por la red de tecnología de semillas. Región Centro. INIFAP. Metepec, Méx. 1987.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t	
					0.05	0.01
Tratamientos	11	51371106	4670100.5	13.78**	5.06	6.11
Repeticiones	2	1518303.8	759151.9	2.24		
Error	22	7455213.4	338873.3			
Total	35	60344623				

*, ** = Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente
 Media = 3560
 C.V. = 16.4%

3.3 Ubicación del experimento y condiciones ambientales

3.3.1 Localización geográfica

El municipio de Mexicalcingo se localiza entre los $19^{\circ}11'15''$ y los $19^{\circ}34'14''$ de latitud norte, a los $99^{\circ}33'17''$ y $99^{\circ}34'14''$ de longitud oeste. El municipio se encuentra en la meseta más elevada del país, a una altura que va de los 2630 a los 2710 msnm. Colinda al norte con el pueblo de San Miguel Totocuitlapilco perteneciente al municipio de Metepec; al oeste, con Santiago Tlanquistenco y San Miguel Chapultepec; al sur con el pueblo de San Andrés Ocotlán, municipio de Calimaya, y al oeste con Santa María Nativitas Tarimoro, que pertenece también al municipio de Calimaya.

3.3.2 Tipo de clima

El territorio municipal forma parte de la unidad climática del Valle de Toluca; su clima está representado según García (1973) por la fórmula:

$$C(w_2) (w) b (i')$$

cuya descripción es la siguiente: templado, subhúmedo y con lluvia en verano. La temporada de heladas de invierno en ocasiones se prolonga hasta los meses de marzo y abril. Según los datos de SARH los promedios climáticos son los siguientes:

Temperatura máxima 19.2°C
Temperatura media 11.5°C
Temperatura mínima 3.2°C
Evaporación 108.99 mm
Días con granizo 11
Días con heladas 150
Días despejados 113
Días nublados 49
Vientos predominantes SE
Mes más cálido Junio (13.6°C)
Mes más frío Febrero (7.4°C)
Estación de lluvias Verano-Otoño

3.3.3 Distribución de la precipitación

La figura 1 muestra la distribución de la precipitación media mensual de acuerdo con los datos obtenidos en el Meteorológico Nacional provenientes de la estación meteorológica número 92 durante un período de diez años.

Se puede observar que el inicio del temporal se establece a mediados del mes de abril en donde se inicia un constante incremento en la precipitación alcanzando en el mes de agosto un máximo de precipitación (169.23 mm) para iniciar a partir de esa máxima en decremento constante en la precipitación y dar por concluido el temporal en el mes de octubre.

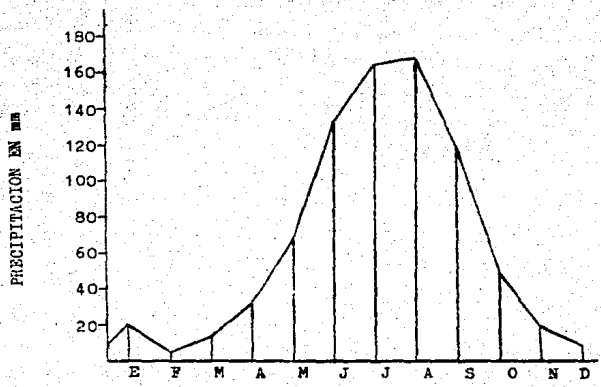


FIGURA 1. PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (1971-1980)

En dicho período la precipitación presenta las siguientes características:

- Precipitación mínima 4.8 mm
- Precipitación máxima 213.6 mm
- Precipitación media 106.3 mm

3.4 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con dieciocho tratamientos y cuatro repeticiones, lo que dió un total de 72 unidades experimentales.

3.5 Diseño del experimento

Cada unidad experimental consistió de cuatro surcos de cinco metros de longitud y con una separación de 90 centímetros, dando por resultado parcelas experimentales de 18 m², siendo la parcela útil los dos surcos centrales de cada unidad experimental que ocupó un área de 9 m².

3.6 Análisis estadístico del experimento

El modelo lineal aditivo del diseño bloques al azar es el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \alpha I + \beta J + E_{ij}$$

en donde:

X_{ij} = El valor de la característica en estudio

μ = Es el efecto común a todas las unidades experimentales

α_I = Efecto de bloques

β_J = Efecto de tratamientos

E_{ij} = Elemento del error

$I = 1, 2, \dots, a$ (número de bloques o repeticiones)

$J = 1, 2, \dots, a$ (número de tratamientos)

La hipótesis que se probará bajo este modelo es la siguiente:

$H_0 : T_1 = t_{\dots} = t_n$, No hay efecto de tratamientos

$H_a : T_1 = t_{\dots} \neq t_n$, Si hay efecto de tratamientos

3.7 Comparación de medias

El método que se utilizó para realizar la comparación de medias fué el de Tukey al 0.05 de probabilidad. Este método se emplea para hacer todas las comparaciones múltiples posibles con a tratamientos, se utiliza cuando el número de tratamientos es considerable aunque la prueba de F no sea significativa.

3.8 Siembra

La siembra se realizó el día 29 de marzo de 1987 a "tapapie" dejando cuatro semillas por golpe a una distancia entre plantas de 50 centímetros, dejandose una población aproximada de 55000

plantas por hectárea posteriormente, siendo una densidad uniforme en todos los tratamientos y repeticiones.

3.9 Fertilización

La fertilización se realizó con la fórmula 120-60-00, aplicándose el 50% del nitrógeno y el fósforo en su totalidad al momento de la siembra, a una profundidad de diez centímetros y a diez centímetros de distancia de la semilla; el resto del nitrógeno se aplicó en la segunda labor.

3.10 Control de malezas

El control de malezas se realizó en forma manual procurando tener la parcela libre de ellas durante todo el ciclo del cultivo.

3.11 Variables cuantificadas

Durante el desarrollo del experimento se cuantificarán las variables que se presentan en el Cuadro 1. A continuación se presentan los criterios que se tomarán para realizar la toma de los datos correspondientes.

Cuadro 1. VARIABLES CUANTIFICADAS DURANTE EL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

VARIETADES	V A R I A B L E S																			
	RTO	PH	%MS	%G	NP	NMT	DFP	APT	AMZ	CPT	CMZ	COMZ	AC	DFM	DMZ	LMZ	PG	P200G	HMZ	GRM
C.S. H-28 ♀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.S. H-28 ♂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.S. H-30 ♀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.S. H-30 ♂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.S. H-32 ♀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.S. H-32 ♂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H-32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V-23 X ♂ H-32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VS-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V-26 A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(SS-E-3 X SS-E-5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MICH 21-88-3-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMARILLO ZANAHORIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BLANCO TARDIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMARILLO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CACAHUXTLE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

RTO = RENDIMIENTO

PH = PESO HUMEDO

%MS = PORCENTAJE DE MATERIA SECA

%G = PORCENTAJE DE GRANO

NP = NUMERO DE PLANTAS TOTALES

NMT = NUMERO DE MAZORCAS TOTALES

DFP = DIAS A FLORACION FEMENINA

APT = ALTURA DE PLANTA

AMZ = ALTURA DE MAZORCA

CPT = CALIFICACION DE PLANTA

CMZ = CALIFICACION DE MAZORCA

COMZ = COBERTURA DE MAZORCA

AC = ACANE

DFM = DIAS A FLORACION MASCULINA

DMZ = DIAMETRO DE MAZORCA

LMZ = LONGITUD DE MAZORCA

FGR = PROFUNDIDAD DE GRANO

P200G = PESO DE 200 GRANOS

HMZ = NUMERO DE HILERAS POR MAZORCA

GRM = NUMERO DE GRANOS POR HILERA

3.11.1 Rendimiento

Para poder evaluar el rendimiento se tomaron en consideración algunas determinaciones en las que figuran el peso húmedo -- o de campo, porcentaje de materia seca, y porcentaje de grano, estimándose el rendimiento de grano con humedad comercial (14%) --- mediante la ecuación utilizada en el programa de maíz para Valles Altos.

$$\text{Rend} = \frac{(\text{P.C.} \times \% \text{M.S.} \times \% \text{G} \times \text{F.C.})}{8600}$$

donde:

Rend = Rendimiento de grano con 14% de humedad

P.C. = Peso húmedo o de campo

%M.S. = Porcentaje de materia seca

%G = Porcentaje de grano

F.C. = Factor de conversión para obtener rendimiento por hectárea, se obtiene de dividir 10000 m²/parcela útil en m².

3.11.2 Peso húmedo o de campo

Se obtuvo de pesar las mazorcas al momento de su cosecha en cada parcela experimental.

3.11.3 Porcentaje de humedad

Al cosechar se tomaron como muestra 10 mazorcas, se desgranaron y se determinó la humedad del grano por medio de un medidor eléctrico Stenlite.

3.11.4 Porcentaje de materia seca

Se determinó de la siguiente forma, después de determinar el porcentaje de humedad:

$$\%M.S. = (100 - \% \text{ de humedad})$$

3.11.5 Porcentaje de grano

Se tomaron 10 mazorcas de cada parcela experimental, se pesaron, se desgranaron, y se tomo el peso de grano, posteriormente se aplicó la relación:

$$\frac{\text{peso de grano}}{\text{peso de mazorca}} \times (100)$$

3.11.6 Días a floración femenina

Se contabilizarón los días desde la fecha de siembra del experimento hasta la fecha en donde el 50% de las plantas presentaron estigmas de 2 a 3 centímetros de longitud; esto en forma indi

vidual, para cada tratamiento.

3.11.7 Días a floración masculina

Se determinó como en el caso anterior cuando el 50% de las plantas se encontraban en estado de antesis.

3.11.8 Altura de planta y de mazorca

Se tomo la altura de 10 plantas, de cada parcela, desde la base hasta la inserción de la espiga y la inserción de la primera mazorca, determinando un promedio para cada caso.

3.11.9 Calificación de planta, mazorca y acame

En cuanto a estas variables se utilizó una escala arbitraria de 1 a 5, en donde 1 corresponde a lo mejor y 5 a lo peor del carácter evaluado.

3.11.10 Cobertura de mazorca

De igual manera que en el caso anterior se tomo una escala arbitraria de 1 a 5 correspondiendo los valores más elevados para las mazorcas que no eran cubiertas totalmente por el totomoxtle y los valores más bajos corresponden para aquellas en donde las ---

hojas del totomoxtle cubrían totalmente la mazorca.

3.11.11 Diámetro de mazorca

Se obtuvo de promediar en una muestra de 10 mazorcas las medidas obtenidas de la parte media de cada mazorca utilizando para ello un vernier.

3.11.12 Longitud de mazorca

Se midió desde la base hasta la punta de la mazorca en la muestra de diez mazorcas y se obtuvo un promedio.

3.11.13 Profundidad de grano

Se obtuvo primeramente el diámetro de mazorca y posteriormente se desgrano y se procedió a medir el diámetro del clote siendo la diferencia de estas dos medidas la profundidad del grano, también en este caso se realizó en una muestra de 10 mazorcas.

Profundidad de grano = Diámetro de mazorca - Diámetro de clote

3.11.14 Número de hileras por mazorca

Se contabilizaron las hileras de cada mazorca y se obtuvo un promedio en la muestra.

3.11.15 Número de granos por hilera

Se contaron los granos existentes en cada hilera, haciéndose en 5 hileras de cada mazorca para obtener un promedio.

3.11.16 Peso de 200 granos

Al desgranarse las mazorcas se tomo una muestra de 200 granos de la parte media de la mazorca para tomar su peso.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis de varianza

En el Cuadro 2 se presentan los valores de varianza para tratamientos y repeticiones de las 20 variables cuantificadas en 18 variedades de maíz, en donde se observa significancia para cada variable, con excepción de las variables rendimiento, número de plantas por parcela, número de mazorcas totales, calificación de planta, las cuales no fueron significativas; en el Cuadro 3 se muestra el análisis de varianza de la variable rendimiento (kg/ha) en donde se aprecia que no hay significancia entre los tratamientos, también se presentan los valores de la media, coeficiente de variación (C.V.) y coeficiente de determinación (R^2).

4.2 Prueba de significancia entre medias

Las pruebas de significancia entre medias de las 18 variedades de maíz fueron obtenidas por medio de la prueba de Tukey, de acuerdo con el análisis de varianza de cada variable cuantificada.

4.2.1 Comparación de medias de rendimiento

El Cuadro 4 nos muestra los rendimientos medios de cada va--

Quadro 2. CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICANCIA DE LAS FUENTES DE VARIACION DE LAS CARACTERISTICAS EVALUADAS EN 18 VARIEDADES DE MAIZ EN MEXICALCINGO, EDO. DE MEX.

VARIABLE		C.M.	F. CALCULADA	C.V.
Rendimiento kg/ha	Trat.	1322631.0294	1.64 N.S.	16.4
Porcentaje de materia seca	Trat.	143.4740	4.31 **	8.5
Porcentaje de grano	Trat.	38.0879	10.39 **	2.2
Número de mazorcas totales	Trat.	24.2982	1.10 N.S.	8.6
Días a floración masculina	Trat.	181.9084	11.14 **	3.4
Días a floración femenina	Trat.	181.9084	11.14 **	3.4
Peso de 200 granos	Trat.	691.4527	16.00 **	13.3
Altura de mazorca	Trat.	1180.7908	8.29 **	8.9
Altura de planta	Trat.	1726.6413	10.68 **	4.6
Número de hileras por mazorca	Trat.	11.2785	9.62 **	6.9
Número de granos por hilera	Trat.	26.3570	4.79 **	8.2
Diámetro de mazorca	Trat.	0.2547	6.54 **	4.2
Longitud de mazorca	Trat.	3.4750	4.09 **	6.3
Acame	Trat.	0.3276	2.27 *	32.9
Calificación de planta	Trat.	0.2687	1.64 N.S.	35.1
Calificación de mazorca	Trat.	0.8308	2.02 *	37.5

*, **, = Significativos al 0.05 y 0.01 respectivamente
 N.S. = No significativo

Cuadro 3. ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE 18 VARIEDADES DE MAIZ EVALUADAS EN MEXICALCINGO, EDO. DE MEXICO, 1987.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	0.05	0.01
Tratamientos	17	22484727.4998	1322631.0294	1.64NS	1.84	2.46
Repeticiones	3	392203.1169	130734.37	0.16NS	2.66	4.26
Error	51	41166795.3514	807192.0657			
Total	71	64043725.9682				

* ** = Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente

Mé dia = 5463

C.V. = 16.4

R² = 0.36

Cuadro 4. COMPARACION DE MEDIAS DEL RENDIMIENTO POR HECTAREA DE 18 VARIETADES DE MAIZ
EVALUADAS EN MEXICALCINGO, EDO. DE MEXICO. 1987.

TRATAMIENTO	VARIEDAD	RENDIMIENTO (kg) *	COMPARACION DE MEDIAS	% CONTRA TESTIGO AMARILLO	% CONTRA TESTIGO CACAHUACINTLE	% CONTRA TESTIGO BLANCO
10	H-23E	6510	A	110.3	115.5	116.9
5	C.S. H-32 ♀	6342	A	107.5	112.5	113.9
3	C.S. H-30 ♀	5955	A	100.9	105.6	107.0
17	AMARILLO (TESTIGO)	5900	A	100.0	104.7	106.0
4	C.S. H-30 ♂	5841	A	99.0	103.6	104.9
12	V-23	5778	A	97.9	102.5	103.8
18	CACAHUACINTLE (TESTIGO)	5637	A	95.5	100.0	101.3
16	BLANCO TARDIO (TESTIGO)	5567	A	94.4	98.8	100.0
9	H-32	5561	A	94.2	98.6	99.9
15	AMARILLO ZANAHORIA	5528	A	93.7	98.1	99.3
6	C.S. H-32 ♂	5357	A	90.8	95.0	96.2
8	H-30	5352	A	90.7	94.9	96.1
2	C.S. H-28 ♂	5285	A	89.6	93.8	94.9
1	C.S. H-28 ♀	5090	A	86.3	90.3	91.4
11	VS-22	5003	A	84.8	88.8	89.9
13	V-26A	4720	A	80.0	83.7	84.8
7	H-28	4546	A	77.1	80.7	81.7
14	(SS-E-3 X SS-E-5) X MICH 21-88-3-3	4357	A	73.9	77.3	78.3

* Tukey al 0.05

riedad evaluada, así como la comparación de medias, en donde se puede apreciar la formación de un solo grupo de significancia.

Sin embargo se puede apreciar que el híbrido H-23 E, C.S. -- H-32 ♀ y la C.S. H-30 ♀ obtuvieron los rendimientos más elevados con valores de 6510, 6342 y 5955 kg/ha respectivamente.

Las variedades que presentaron los rendimientos más bajos -- son; C.S. H-28 ♀, VS-22, V-26 A, H-28, y (SS-E-3 X SS-E-5) X MICH 21-88-3-3 con 5090, 5003, 4720, 4546, y 4357 kg/ha respectivamente.

4.2.2 Comparación de medias de días a floración masculina y días a floración femenina

En el Cuadro 5 se presenta la comparación de medias que corresponde a días a floración masculina de las 18 variedades de maíz evaluadas. En dicho cuadro se puede observar varios grupos de significancia en los que se ubican variedades más precoces la C.S. H-32 ♂, Amarillo Zanahoria, Criollo Amarillo, Criollo Cacaahuacintle, H-23 E, C.S. H-32 ♀ y V-26 A con 111, 116, 118, 120, y 120 días de cada variedad respectivamente.

Las variedades de floración masculina más tardía fueron ---- VS-22, H-30, C.S. H-30 ♀, H-28, y (SS-E-3 X SS-E-5) X MICH 21-88-

3-3 con 132, 132, 132, 132, y 136 días respectivamente.

El Cuadro 5 también indica los días a floración femenina en donde se encuentran varios grupos de significancia, las variedades más precoces fueron C.S. H-32 Ó, Amarillo Zanahoria, Criollo Amarillo, Criollo Cacahuacintle, H-23 E, C.S. H-32 Q, y la V-26 A con 118, 123, 125, 125, 127, 127, y 127 días respectivamente.

Las variedades que tuvieron floración femenina más tardía -- fueron la C.S. H-28 Q, V-23, VS-22, H-30, C.S. H-30 Q, H-28 y --- (SS-E-3 X SS-E-5) X MICH 21-88-3-3 con 134, 134, 139, 139, 139, - 139, y 143 días respectivamente.

La figura 2 indica las medias que corresponden a los días a floración masculina y femenina de las 18 variedades de maíz evaluadas, se puede observar que existe cierto paralelismo entre las dos floración para cada variedad evaluada.

4.2.3 Comparación de medias del porcentaje de materia seca y porcentaje de grano

En el Cuadro 6 se muestra la comparación de medias del porcentaje de materia seca y en el que se puede observar que tienen un mayor porcentaje las variedades siguientes; C.S. H-32 Ó ---- (75.84%), H-23 E (75.50%), C.S. H-32 Q (74.72%), Criollo Cacahua-

Cuadro 5. COMPARACION DE MEDIAS DE DIAS A FLORACION MASCULINA Y FEMENINA DE 18 VARIEDADES DE MAIZ EVALUADAS EN MEXICALCINGO, EDO. DE MEXICO. 1987.

TRATAMIENTO	VARIEDAD	DFM *	COMPARACION DE MEDIAS	DFP *	COMPARACION DE MEDIAS
14	(SS-E-3 X SS-E-5) I				
	MICH 21-88-3-3	136	A	143	A
7	H-28	132	AB	139	AB
3	C.S. H-30 Q	132	AB	139	AB
8	H-30	132	AB	139	AB
11	VS-22	132	AB	139	AB
12	V-23	127	ABC	134	ABC
1	C.S. H-28 Q	127	ABC	134	ABC
2	C.S. H-28 O	125	BCD	132	BCD
4	C.S. H-30 O	125	BCD	132	BCD
9	H-32	122	CD	129	CD
16	BLANCO TARDIO (TESTIGO)	122	CD	129	CD
13	V-26A	120	CDE	127	CDE
5	C.S. H-32 Q	120	CDE	127	CDE
10	H-23E	120	CDE	127	CDE
18	CACAHUACINTLE (TESTIGO)	118	CDE	125	CDE
17	AMARILLO (TESTIGO)	118	CDE	125	CDE
15	AMARILLO ZANAHORIA	116	DE	123	DE
6	C.S. H-32 O	111	E	118	E

* Tukey al 0.05

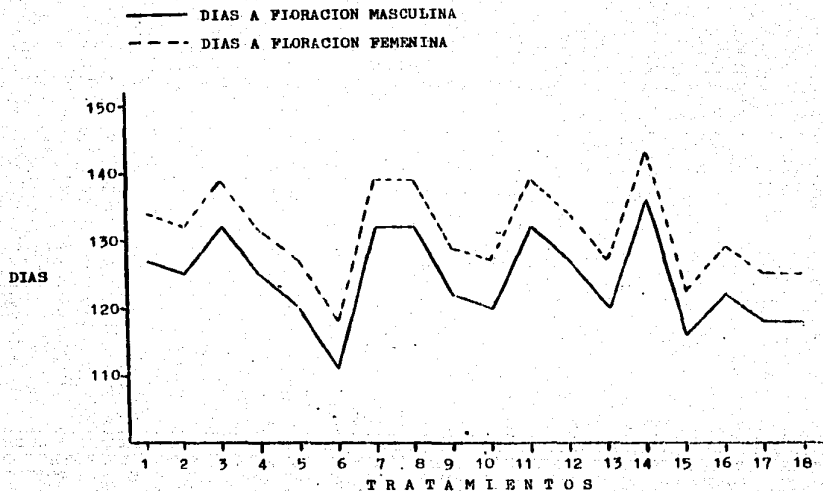


FIGURA 2. MEDIAS DE DIAS A FLORACION MASCULINA Y FEMENINA DE 18 VARIETADES DE MAIZ EVALUADAS EN MEXICALCIINGO, EDO. DE MEXICO, 1987.

Cuadro 6. COMPARACION DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE 18 VARIEDADES DE MAIZ EVALUADAS EN MEXICALCINGO, EDO. DE MEXICO.

TRATAMIENTO	VARIEDAD	%MS	COMPARACION DE MEDIAS
6	C.S. H-32 ♂	75.84	A
10	H-23E	75.505	AB
5	C.S. H-32 ♀	74.722	AB
18	CACAHUAZINTLE	73.510	ABC
9	H-32	72.802	ABC
15	AMARILLO ZANAHORIA	70.832	ABC
4	C.S. H-30 ♂	70.105	ABC
3	C.S. H-30 ♀	68.540	ABCD
13	V-26 A	68.315	ABCD
17	AMARILLO	67.727	ABCD
1	C.S. H-28 ♀	66.955	ABCD
8	H-30	64.822	ABCD
12	V-23	64.537	ABCD
16	BLANCO TARDIO	63.280	ABCD
2	C.S. H-28 ♂	61.960	ABCD
11	VS-22	60.625	BCD
7	H-28	59.665	CD
14	(SS-E-3 X SS-E-5) X MICH 21-88-3-3	54.590	D

* Tukey al 0.05

cintle (73.51%), y H-32 (72.8%).

Las variedades con menor porcentaje de materia seca son --- VS-22 (60.625%), H-28 (59.665%), y (SS-E-3 X SS-E-5) X MICH 21-88-3-3 con (54.59%).

El Cuadro 7 indica las medias obtenidas en el porcentaje de grano donde los valores más altos son para las variedades Amari--llo Zanahoria (91.807%), Criollo Cacahuacintle (91.51%), Criollo Amarillo (90.585%), H-23 E (90.01%), V-26 A (88.53%), C.S. H-32 ó (88.48%), C.S. H-32 Q (88.11%), H-32 (87.84%), V-23 (87.297%), y C.S. H-30 ó (86.84%).

Los valores más bajos son para las variedades C.S. H-30 Q -- (83.972%), H-30 (83.18%), y (SS-E-3 X SS-E-5) X MICH 21-88-3-3 -- (80.075%).

Las comparaciones de medias de las variables restantes se -- pueden observar en el Cuadro 1 A del apéndice, en los cuales se -- establecen sus correspondientes grupos de significancia.

Cuadro 7. COMPARACION DE MEDIAS DEL PORCENTAJE DE GRANO DE 18
 VARIEDADES DE MAIZ EVALUADAS EN MEXICALCINGO, EDO.
 DE MEXICO.

TRATAMIENTO	VARIEDAD	% G	COMPARACION DE MEDIAS
15	AMARILLO ZANAHORIA	91.807	A
18	CACAHUAXINTLE	91.51	A
17	AMARILLO	90.585	AB
10	H-23E	90.012	ABC
13	V-26 A	88.53	ABCD
6	C.S. H-32 ♂	88.48	ABCD
5	C.S. H-32 ♀	88.11	ABCDEF
9	H-32	87.84	ABCDEF
12	V-23	87.297	ABCDEF
4	C.S. H-30 ♂	86.84	ABCDEF
2	C.S. H-28 ♂	86.02	BCDEF
1	C.S. H-28 ♀	85.715	BCDEF
7	H-28	85.36	CDEF
11	VS-22	84.84	DEF
16	BLANCO TARDIO	84.102	DEF
3	C.S. H-30 ♀	83.972	DEF
8	H-30	83.18	EF
14	(SS-E-3 X SS-E-5) X MICH 21-88-3-3	80.075	F

* Tukey al 0.05

V. DISCUSION

Los valores obtenidos en el análisis de varianza de las diferentes variables en general fueron bajos, destacando que para rendimiento un valor al 16.4% el cual es aceptable, sin embargo se puede apreciar que en algunos casos el coeficiente de variación rebasa el 30% esto se atribuye a la naturaleza misma de las variables (calificación de planta, calificación de mazorca, cobertura y acame) así como a los factores adversos que de alguna forma afectaron el desarrollo del experimento. Es importante tomar en cuenta la diferencia de adaptación de las variedades, ya que esto propicia una diferente capacidad de rendimiento o expresión de una característica determinada.

5.1 Rendimiento de grano

De los resultados obtenidos del análisis de varianza, y en la separación de medias, se puede observar que se formó un solo grupo de significancia. Esto se puede explicar de la siguiente manera; de las variedades utilizadas en el experimento a excepción de la cruce de tres líneas (SS-E-3 X SS-E-5) X MICH 21-88-3-3, -- todas las demás son utilizadas y recomendadas para Valles Altos, es por ello que no mostraron dificultades en cuanto a su adaptación esto es, que aunque reaccionaron de diferente forma a los factores ambientales y limitantes durante su desarrollo en gene--

ral, exhibieron un aceptable rendimiento la mayoría de las variedades, aún con este tipo de respuesta es posible apreciar diferente capacidad productiva ya que hubo rendimientos que van desde -- 4357 kg/ha (SS-E-3 X SS-E-5) X MICH 21-88-3-3, hasta los 6510 --- kg/ha (H-23 E), con una diferencia de producción entre uno y otro de 2153 kg.

Tomando de punto de comparación el Criollo Amarillo (Testigo) se aprecia que H-23 E y C.S. H-32 Q lo superan numéricamente en porcentajes de 10.3% y 7.5% lo cual son valores importantes, - la variedad C.S. H-30 Q presentó un valor apenas superior al 0.9% al testigo, la C.S. H-30 Q se viene proponiendo para su uso en -- forma comercial como un híbrido nuevo denominado en forma experimental H-34 E.

En cuanto a la variedad (SS-E-3 X SS-E-5) X MICH 21-88-3-3 - que resultó ser la de menor rendimiento siendo una cruce de tres líneas se puede explicar de acuerdo con lo que menciona Pohelman (1981), quien indica que cuando un cultivo se introduce a una --- nueva área de producción, puede estar menos adaptado que en la -- zona climática donde usualmente se produce. Para este híbrido --- sólo una de las líneas tiene adaptación a Valles Altos, las restantes son de origen de El Bajío por lo cual presenta falta de -- adaptación.

Al respecto Wellhausen (1957) señala que deben llevarse a --
cabo comparaciones de variedades en varias localidades y durante
varios años para determinar las mejores variedades en cuanto a --
adaptación a una zona, y además de que con estas pruebas se logra
aislar el mejor material básico para orientar los programas de me
joramiento.

5.2 Días a floración

De acuerdo con los resultados obtenidos por el análisis de -
varianza y la comparación de medias según la prueba de Tukey, se
presentaron diferencias en la floración entre las variedades que
se utilizaron durante el experimento.

Se puede apreciar en el Cuadro 5 que las variedades más pro-
ductivas tuvieron el mayor grado de precosidad por lo que no con-
cuerdan estos resultados con lo que menciona S.A.G. (1955) en don-
de menciona que; en general con la humedad y madurez debidas, una
variedad tardía rendirá más que una variedad precoz. Por lo tanto
se recomiendan las variedades tardías donde sea posible el riesgo
o bien distribuida la lluvia, pero para siembras de temporal, en
donde la lluvia este mal repartida, las variedades precoces gene-
ralmente, darán mucho mejor rendimiento. En lugares como Mexical-
cingo, Edo. de México o en el Valle de Toluca, el rendimiento ---
está relacionado con la precosidad porque se aprovecha en forma -

óptima el período libre de heladas.

Para el presente caso solo la C.S. H-30 Q resultó ser una -- variedad un poco más tardía en comparación con el resto de las -- evaluadas, sin embargo fué de buen rendimiento.

También es lógico definir variedades precoces pero con rendi mientos bajos como fueron las variedades C.S. H-32 Ó, y los criollos Amarillo y Cacahuacintle que resultaron ser las más precoces en el experimento y obtuvieron rendimientos intermedios entre los 18 tratamientos.

Así también se puede observar que las variedades más produc tivas fueron estadísticamente iguales a las variedades criollas - en su floración esto indica que el factor genético es importante ya que afecta de alguna manera el rendimiento.

Es necesario señalar que la variedad más tardía en su flora ción fué a su vez la de más bajo rendimiento; esto se debe a que probablemente no conto con las condiciones ambientales propicias como menciona Pehelman (1981), quién dice que el tiempo caluroso y seco tiende a acelerar el derramamiento de polen pudiendo morir en poco tiempo por calor o desecación afectando la fertilización del óvulo; trayendo consigo una baja en el rendimiento de grano.

5.3 Porcentaje de materia seca y porcentaje de grano

El porcentaje de materia seca más alto lo obtuvo la variedad C.S. H-32 Ó, quién también tuvo la mayor precosidad en la floración y por lo tanto tuvo más tiempo en la etapa de llenado de grano; sin embargo esto no se refleja en el rendimiento de esta variedad al obtener un porcentaje de grano intermedio entre los demás tratamientos y por lo tanto su rendimiento también fué intermedio; esto se puede deber a la acción de algún factor genético que altera la eficiencia del sistema fisiológico de la planta con respecto al aprovechamiento y transformación de los nutrientes.

Las variedades criollas mostraron un porcentaje de materia seca intermedio entre las 18 variedades y sin embargo tuvieron los valores más altos en el porcentaje de grano, pero se vieron desplazadas por la cruz de tres líneas y la cruz simple en el rendimiento, esto se explica ya que las variedades criollas aunque pueden estar mejor adaptadas a las condiciones ecológicas del lugar, H-23 E, C.S. H-32 Q y C.S. H-30 Q explotan el vigor que dá la heterosis para rendimiento que aunque en el desarrollo del experimento se presentó semejanza estadística, en rendimiento hay marcadas diferencias.

La variedad que mostro porcentaje de materia seca menor fué

la (SS-E-3 X SS-E-5) X NICH 24-BB-3-3 lo cual logicamente se debe a su ciclo vegetativo más largo que el resto de las variedades. Por otra parte también se presentó en este material un bajo porcentaje de grano, producto de la inadaptación, que afecta diferentes atributos del rendimiento.

5.4 Líneas progenitoras y sus cruas híbridas

De las líneas progenitoras que participan en el mejoramiento del rendimiento de las cruas participantes las líneas VS-102-81, C.V. 368-40, Cr 163-11, y C.V. 411-37 intervienen en la crua de tres líneas del H-23 E el cual fué el más sobresaliente en rendimiento en el presente trabajo. Estas líneas muestran diferente comportamiento en cuanto a su rendimiento.

La línea VS-102-81 es superior en rendimiento con respecto a las demás líneas con 5478 kg/ha, siguiendo en importancia la línea C.V. 411-37 con 5075 kg/ha; la primer línea participa en la formación de la hembra de la C.S. ♀ H-32 y la segunda es el macho de la C.S. ♂ H-32.

Sin embargo las líneas C.V. 368-40 y Cr 163-11 son las de menor rendimiento con 2398 kg/ha y 1217 kg/ha respectivamente; estas líneas intervienen en la formación del macho de la C.S. ♂ H-32 y la hembra de la C.S. ♀ H-32 respectivamente.

La variedad mejorada V-23 participa en la formación del híbrido de tres líneas H-23 E dicha variedad es evaluada en el presente trabajo obteniendo un rendimiento de 5778 kg/ha. Es notable que la intervención de estas líneas en la formación del H-23 E -- dan un mejoramiento al rendimiento del híbrido, y que el rendi--- miento obtenido tiene fundamento genético lo cual es muy importan te.

La C.S. H-32 Q es la segunda en importancia por su rendimien to en el presente trabajo con 6342 kg/ha siendo sus progenitores las líneas VS-102-81 con 5478 kg/ha y la C.V. 368-40 con 2398 --- kg/ha.

La C.S. H-30 Ç con 5955 kg/ha tiene de líneas progenitoras - a la MICH 21-183 y MICH 21-181-14-1 las cuales obtuvieron rendi--- mientos de 3629 y 3505 kg/ha respectivamente.

Las líneas que se han mencionado son las de mayor importan-- cia y que presentan mejoras condiciones para la formación de las cruza híbridas que mostraron ser superiores a los testigos a --- excepción de la C.S. H-30 Ó y la V-23 quienes con respecto al --- criollo Amarillo quedaron inmediatamente después de él respecti--- vamente en ese orden.

De las demás líneas se puede apreciar que la Cr 163-11 y ---

C.V. 411-37 con 5075 y 1217 kg/ha intervienen en la formación de la C.S. H-32 ♂ con un rendimiento de 5357 kg/ha el cual es superior al de sus progenitores pero que dentro del presente trabajo su capacidad productiva fué superada por los criollos. Esto mismo sucede con las cruzas C.S. H-28 ♂ y C.S. H-28 ♀ las cuales superan a sus progenitores pero no a los criollos regionales, lo que represente un obstaculo para poder ser utilizadas como variedades comerciales a corto plazo, sin embargo, es probable que con la -- realización de nuevas cruzas con líneas más productivas o con un mayor número de ensayos experimentales se logren adaptar y mejorar estas cruzas ya que en el presente trabajo el rendimiento entre los tratamientos no fué significativo, aunque la diferencia -- entre el rendimiento más bajo y el más alto es considerable; esto determina que existe un avance en el mejoramiento productivo de -- las cruzas que se han realizado en búsqueda de un mejor rendimiento.

5.5 Cobertura de mazorca

La envoltura de la mazorca por el totomoxtle o espatas es -- muy importante porque de ello depende que el rendimiento no se -- vea disminuido producto de la incidencia de plagas y enfermedades por ello para conservar la sanidad del grano es necesario que las cruzas conserven características que las protejan de esos ataques.

Dentro de las cruces que tienen mejor cobertura de mazorca - (Cuadro 1A del apéndice) se encuentran la H-23 E, C.S. H-32 Q y - C.S. H-30 Q que al verse mejor protegidas contra plagas y enfermedades conformen un mejor rendimiento.

5.6 Altura de mazorca

La facilidad para realizar la cosecha del maíz en áreas temporales es necesario que se tome en cuenta ya que es común que en dichas áreas la participación familiar en esa actividad sea -- básica, siendo poco frecuente la utilización de maquinaria para -- realizarla.

Las cruces H-23 E, C.S. H-32 Q y C.S. H-30 Q tuvieron una altura media de mazorca de 139.25, 121, y 156.25 cm respectivamente (Cuadro 1A del apéndice), las cuales comparadas con los criollos solamente la C.S. H-32 Q tuvo una altura inferior a ellos, sin -- embargo las alturas de mazorcas obtenidas por las otras dos cruces no son muy elevadas para ser obstáculo en su utilización.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos a través de la metodología empleada, los objetivos planteados, así como las limitaciones del presente trabajo se establecen las siguientes conclusiones:

1. Las variedades de mejor rendimiento fueron el híbrido de tres líneas H-23 E, la crusa simple H-32 Q, y la crusa simple ---- H-30 Q (H-34 E) con 6510 kg/ha, 6342 kg/ha, y 5995 kg/ha respectivamente.
2. Las variedades utilizadas en el experimento mostraron tener -- buena adaptación a las condiciones climáticas del Valle de Toluca excepto la crusa de tres líneas (SS-E-3 X SS-E-5) X MICH 21-88-3-3.
3. Las mayores perspectivas de utilización de las variedades mejoradas las presentan la V-23 por ser una variedad de poliniza--

ción libre, sin embargo por productividad de híbridos H-23 E, y H-34 E y la facilidad de producción de semillas que presentan tienen posibilidades de uso comercial.

La utilización de semillas criollas es más común en la región debido a su facilidad de obtención así como por su bajo costo, la poca costumbre de utilización de semillas mejoradas puede incrementarse al demostrarse las bondades de H-23 E, H-34 E y V-25.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Aitken, I. 1972. Conceptos agronómicos y producción foliar, Rama de Genética, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. p. 123-130.
- Allard R.,W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Ed. Omega. Barcelona. p. 236, 276-287.
- Brauer H.,O. 1978. Fitogenética aplicada. Ed. Limusa-Willey, S.A. México. p. 268-281.
- Carias M.,G. 1979. Evaluación de variedades e híbridos de maíz -- (Zea mays, L.) en Verano de 1978, en Apodaca, N.L. Tesis Profesional, I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. México.
- Centro de Investigaciones Agrarias. 1980. El cultivo de Maíz en - México. México. p. 65.
- Chapman R.,S. 1976. Producción Agrícola, Principios y prácticas. Ed. Acribia, Zaragoza, España. p. 263.
- De la Loma J.,L. 1970. Experimentación agrícola. 2a. Edición ---- UTEHA, México. p. 11.
- Espinosa C.,A. 1985. Adaptabilidad, Productividad y Calidad de Líneas e Híbridos de Maíz (Zea mays, L.) Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Espinosa C.,A. 1988. Clasificación de las líneas progenitoras de híbridos de maíz en base a la Productividad y Calidad de Semillas. En: Resúmenes del XII Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEPI. U.A.CH., Chapingo, Méx.
- Espinosa C.,A., Albarran M.,M. y Bernal E.,C. 1988. Tecnología de Semillas para la Producción de una Cruza Simple de -- Maíz de Valles Altos. En: Resúmenes del XII Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEPI., U.A.CH., Chapingo. Méx.

- Espinosa C.,A. y A. Carballo C. 1986. Productividad y Calidad de Semillas en líneas e híbridos de maíz (*Zea mays*, L.) -- para la zona de transición "El Bajío-Valles Altos" de México. *Fitotecnia* 8:35-53.
- Evans L.,T. 1983. Fisiología de los Cultivos. Trad. al español -- por H. González I. Ed. Hemisferio Sur. 1ra. Edición. Argentina.
- FIRA, México. 1981. Cultivos de Maíz y Frijol en México. Banco de México. FIRA. México, D.F. 1981. p. 9.
- Gardner E.,J. 1972. Principios de genética. Ed. Limusa-Willey. México. p. 464-507.
- Hewitt A.,C. 1977. Ensayo sobre la satisfacción de las necesidades básicas del pueblo mexicano entre 1940 y 1970. El Colegio de México. México. 1977.
- Jugenheimer W.,R. 1981. Maíz, variedades mejoradas, métodos de -- cultivo y producción de semillas. Trad. al español por -- Rodolfo Píña García, Ed. Limusa. 1ra Edición. México. -- 1981.
- Laird R.,J., Guillen O.,M., y Peregrina R.,P. 1955. Fertilizantes comerciales y densidad óptima de población para maíz de riego en Guanajuato, Querétaro y Michoacán. O.E.E., ---- S.A.G., México. Folleto Técnico No. 16. 44 p.
- Laird R.,J. 1977. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional. Colegio de Postgraduados. -- E.N.A. Chapingo, México.
- Livera M.,M. 1979. Adaptación y adaptabilidad de genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tolerantes al frío. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- López H.,A. 1978. Selección y evaluación de genotipos de maíz en condiciones limitantes para aumentar la producción y el rango de adaptación. Tesis de M.C., Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Lonquist J.,H. 1949. The development and performance of Synthetic varieties of corn. *Agronomy Journal*. Vol. 41 p. 153.

- México, Museo Nacional de Culturas Populares/SEP. 1984. El maíz, fundamento de la cultura popular mexicana. 2a. Ed. 1984. Ed. García Valdés S.A. México, D.F. 1984. 114 p.
- México, Secretaría de Agricultura y Ganadería. 1955. Maíz Híbrido para el Bajío y regiones similares. O.E.E., Folleto de divulgación. No. 19.
- Ochse M., J. 1976. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Vol. II, Ed. Limusa. México. p. 1365-1375.
- Ortiz V., B. 1977. Fertilidad de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 210 p.
- Palacios de la Rosa, G. 1964. Mejoramiento de maíz en México. Tesis Profesional, E.N.A., Chapingo, México.
- Paterniani, E. 1973. Recent studies on heterosis agricultural genetic selected topic. Ed. John-Wiley & Sons. New York. p. 1-24.
- Pedrisco R., M. 1965. Características foliares en maíz relacionadas con precipitación y altura sobre el nivel del mar. - Tesis Profesional. E.N.A., Chapingo, México. 98 p.
- Pohelman J., M. 1981. Mejoramiento Genético de las cosechas. Trad. al español por Nicolás Sánchez Durón. 7a. Reimpresión. - Ed. Limusa-Wiley S.A., México. p. 270-285.
- Puente H., C.C. 1978. Prueba de adaptación y rendimiento de siete variedades de maíz para grano, bajo condiciones de temporal durante el verano de 1974, en la región de Amealco, Querétaro. Tesis Profesional. U.A.N.L. 56 p.
- Reyes C., P. 1971. Genotécnia del maíz para tierra caliente. I.T.E. S.M. Monterrey. México. p. 61.
- Reyes C., P. 1975. 25 Tonalmiles. MIMEO. Ed. I.T.E.S.M. México.

- Reyes C., P. 1982. Diseño de experimentos aplicados. 2a. Ed. México. Ed. Trillas. 344 p.
- Reyna T., T. 1970. Relaciones entre la sequía intraestival y algunos cultivos en México. Instituto de Geografía. U.N.A.M. México.
- Robles S., R. 1978. Producción de granos y forrajes. 2a. Edición. Ed. Limusa. México. p. 9-140.
- Ron P., J. y Ramírez D., J.L. 1988. H-355, Híbrido de maíz para El Bajío. En: Resúmenes del XII Congreso Nacional de Fito-genética. SOMEFI. U.A.CH., Chapingo, Méx.
- Tanaka, A. y Yamaguchi, J. 1984. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Trad. al español por Josué Kohashi Shibata. Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. --- 120 p.
- Wartan, S. 1976. Alimentación y agricultura. Investigación y Ciencia. España, Nov. 1976. No. 2, p. 11.
- Wellhausen E., J. 1957. Comparación de variedades de maíz obtenidas en el Bajío, Jalisco y Mesa Central. O.E.E., S.A.G., Folleto de divulgación técnica No. 1, p. 1-21.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

VIII. A P E N D I C E

Cuadro 1A. COMPARACION DE MEDIAS DE LAS VARIABLES RESTANTES DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY EN LA EVALUACION DE 18 VARIETADES DE MAIZ EN MEXICALCINGO, EDO. MEXICO.

Trat. PHCO			Trat. NPP			Trat. NMZT			Trat. ALMZ		
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16	8.0875	A	5	59.25	A	5	59.25	A	2	168.75	A
3	8.0250	A	8	58.00	A	8	58.25	A	3	156.25	AB
12	7.9375	A	15	57.00	A	15	57.00	A	11	154.50	AB
2	7.6875	A	13	56.00	A	9	56.75	A	12	145.75	ABC
14	7.6750	A	12	55.75	A	13	56.50	A	10	139.25	ABCD
8	7.6250	A	6	55.25	A	14	56.00	A	4	139.00	ABCD
11	7.5000	A	9	55.25	A	6	56.00	A	1	138.25	ABCD
10	7.4125	A	4	54.25	A	12	55.75	A	8	137.75	BCD
4	7.4125	A	14	54.25	A	11	55.75	A	7	134.75	BCD
17	7.4125	A	11	54.25	A	1	54.75	A	16	133.75	BCDE
5	7.3625	A	17	52.75	A	4	54.75	A	17	130.75	BCDE
1	6.8625	A	1	52.75	A	7	54.75	A	18	125.50	BCDE
7	6.7875	A	7	52.75	A	2	53.75	A	9	122.00	CDE
9	6.7500	A	2	52.50	A	17	53.00	A	5	121.00	CDE
15	6.5875	A	10	52.25	A	10	53.00	A	15	114.75	DE
18	6.5750	A	16	51.25	A	18	52.00	A	13	113.75	DE
6	6.1875	A	18	51.25	A	16	51.75	A	14	110.25	DE
13	6.0750	A	3	49.25	A	3	49.25	A	6	103.00	E

*Tukey al 0.05

Trat. CALPTA			Trat. CALMZ			Trat. COMZ			Trat. ALPL		
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
18	2.00	A	14	2.500	A	8	4.50	A	11	307.25	A
13	1.50	A	8	2.250	A	16	4.25	AB	2	306.50	A
1	1.25	A	13	2.250	A	4	4.25	AB	12	304.75	A
5	1.25	A	16	2.250	A	13	3.00	ABC	4	303.00	AB
14	1.25	A	7	2.000	A	15	3.00	ABC	3	297.00	ABC
15	1.25	A	18	2.000	A	17	2.75	ABC	18	283.75	ABCD
6	1.25	A	6	2.000	A	7	2.50	ABC	8	282.50	ABCD
2	1.00	A	17	1.750	A	12	2.50	ABC	16	276.00	ABCDE
9	1.00	A	10	1.750	A	18	2.50	ABC	10	271.50	BCDE
4	1.00	A	5	1.750	A	10	2.50	ABC	7	269.75	CDE
11	1.00	A	9	1.500	A	11	2.50	ABC	17	268.50	CDE
12	1.00	A	12	1.500	A	1	2.50	ABC	15	263.50	DE
10	1.00	A	15	1.500	A	14	2.50	ABC	9	261.75	DE
7	1.00	A	11	1.250	A	5	2.25	BC	14	257.50	DE
8	1.00	A	3	1.250	A	3	2.25	BC	1	253.25	DE
16	1.00	A	1	1.250	A	6	2.00	C	5	253.25	DE
17	1.00	A	2	1.000	A	2	2.00	C	6	252.75	DE
3	1.00	A	4	1.000	A	9	1.75	C	13	245.25	E

*Tukey al 0.05

Continuación del Cuadro 1A.

Trat. LMZ			Trat. DMZ			Trat. PRGR		
*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	16.1250	A	16	5.4050	A	17	2.6900	A
7	15.9000	AB	11	4.9800	AB	18	2.6800	A
14	15.7500	ABC	10	4.8200	BC	15	2.6100	A
2	15.4250	ABC	3	4.7900	BC	10	2.6000	A
16	14.9500	ABCD	17	4.7500	BC	16	2.4900	A
11	14.9000	ABCD	1	4.7500	BC	9	2.4100	A
3	14.5000	ABCD	12	4.6650	BC	6	2.3800	A
17	14.4250	ABCD	8	4.6575	BC	11	2.3625	A
8	14.3750	ABCD	4	4.6025	BC	12	2.3450	A
18	14.2500	ABCD	2	4.5900	BC	1	2.3100	AB
12	14.2500	ABCD	6	4.5300	BC	7	2.2950	AB
9	14.0000	ABCD	18	4.5300	BC	4	2.7000	AB
15	13.9750	ABCD	9	4.5100	BC	5	2.7000	AB
1	13.7250	BCD	14	4.5000	BC	3	2.2500	AB
10	13.6000	BCD	15	4.4900	BC	2	2.1675	AB
6	13.4000	CD	7	4.4000	C	13	2.1550	AB
13	13.4000	CD	5	4.3900	C	8	2.1350	AB
5	12.7750	D	13	4.3500	C	14	1.7625	B

* Tukey al 0.05

Trat. NHMZ			Trat. NGPH			Trat. P200G		
*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	18.00	A	4	33.25	A	16	87.150	A
11	17.50	AB	7	31.50	AB	6	62.650	B
14	17.25	AB	2	31.00	AB	15	59.775	BC
4	17.25	AB	18	30.00	AB	17	59.575	BC
7	16.50	ABC	17	30.00	AB	10	56.650	BCD
3	16.25	ABC	14	29.75	AB	18	52.175	BCDE
8	16.25	ABC	3	29.00	AB	12	51.500	BCDEF
10	16.00	ABC	11	28.50	AB	13	50.125	BCDEF
1	16.00	ABC	15	28.25	AB	9	47.400	BCDEF
6	15.25	ABCD	9	28.00	AB	3	46.750	BCDEF
9	15.25	ABCD	1	27.75	AB	1	46.150	BCDEFG
5	15.25	ABCD	13	27.75	AB	5	43.275	DEFG
17	15.25	ABCD	10	27.75	AB	11	42.900	EFG
12	14.75	BCD	6	27.00	BC	4	40.850	EFG
13	14.25	CDE	8	27.00	BC	8	38.950	EFG
15	13.00	DE	12	27.00	BC	7	36.875	EFG
18	13.00	DE	5	26.75	BC	2	34.825	FG
16	11.75	E	16	21.00	C	14	29.175	G

* Tukey al 0.05

donde:

- PHCO = Peso húmedo de campo
- NPP = Número de plantas por parcela
- NMZT = Número de mazorcas totales
- ALMZ = Altura de mazorca
- CALPTA = Calificación de planta
- CALMZ = Calificación de mazorca
- CONZ = Cobertura de mazorca
- ALPL = Altura de planta
- LMZ = Longitud de mazorca
- DMZ = Diámetro de mazorca
- PRGR = Profundidad de grano
- NHMZ = Número de hileras por mazorca
- NGPH = Número de granos por hilera
- P200G = Peso de 200 granos