

11
2 y



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores
"Cuautitlán"



**EVALUACION DE 20 GENOTIPOS DE MAIZ (*Zea mays* L.) DE
PORTE BAJO Y NORMAL EN TEPOTZOTLAN
ESTADO DE MEXICO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
EVERARDO CORTES HERNANDEZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DIRECTORES DE TESIS:
M.C. MARGARITA TADEO ROBLEDO
M.C. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERON



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

	Pág.
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	1
RESUMEN	111
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Hipótesis	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Adaptación y Adaptabilidad.....	4
2.2. Altura de planta.....	9
2.2.1. Plantas de porte bajo.....	9
2.2.2. Acame.....	13
2.3. Rendimiento.....	14
2.3.1. Componentes del Rendimiento.....	16
2.4. Producción de Semilla Híbrida.....	20
2.4.1. Antecedentes	20
2.4.2. Formación de Híbridos	21
2.4.3. Tipos de Híbridos	23
III. MATERIALES Y METODOS	27
3.1. Localización del sitio experimental	27
3.2. Clima	27
3.3. Suelo	27
3.4. Material genético	28
3.5. Diseño experimental y de tratamientos	30
3.6. Tamaño de la parcela experimental	30
3.7. Fecha, método y densidad de siembra	30

	Pág.
3.8. Densidad de población	30
3.9. Control de maleza	30
3.10. Cosecha	31
3.11. Variables evaluadas	31
3.12. Análisis estadísticos	33
IV. RESULTADOS	35
4.1. Análisis de varianza	35
4.2. Prueba de significancia entre medias	36
4.2.1. Rendimiento total de semilla	36
4.2.2. Altura de planta	38
4.2.3. Altura de mazorca	39
4.2.4. Días a floración masculina y floración femenina.....	40
4.2.5. Porcentaje de materia seca	43
4.2.6. Número de hileras por mazorca	44
4.2.7. Número de granos por hilera	45
4.2.8. Longitud de mazorca	46
4.2.9. Porcentaje de grano	47
V. DISCUSION	48
VI. CONCLUSIONES	56
VII. LITERATURA CITADA	58

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Figura		Pág.
1	Distribución gráfica de promedios de días a floración masculina y femenina de 20 genotipos de maíz evaluados en Tepetzotlán, México. 1987.	42
Cuadro		
1	Material genético empleado para la evaluación de los híbridos de maíz de porte bajo, Tepetzotlán, México. 1987.	29
2	Valor de los cuadrados medios, nivel de significancia para "F", y coeficientes de variación registrados en los análisis de varianza realizados para cada una de las variables estudiadas.	35
3	Niveles de significancia estadística para rendimiento de grano de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan y porcentaje respecto a testigos Criollo, H-30, H-129, H-135 y H-133 INIFAP de los híbridos de maíz de porte bajo, Tepetzotlán, México. 1987.	37
4	Niveles de significancia estadística para la variable altura de planta de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan en la evaluación de híbridos de maíz de porte bajo, Tepetzotlán, México. 1987.	38
5	Diferencias entre medias para la variable altura de mazorca de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan en la evaluación de híbridos de maíz de porte bajo, Tepetzotlán, Méx. 1987.	39
6	Niveles de significancia estadística para las variables días a floración masculina y femenina de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan en la evaluación de híbridos de maíz de porte, Tepetzotlán, México. 1987.	41
7	Niveles de significancia estadística para la variable porcentaje de materia seca de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan en la evaluación de híbridos de maíz de porte bajo, Tepetzotlán, México. 1987.	43
8	Niveles de significancia estadística para la variable número de hileras por mazorca de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan en la evaluación de híbridos de maíz de porte bajo, Tepetzotlán, México. 1987.	44

Cuadro		Pág.
9	Niveles de significancia estadística para la variable número de granos por hilera de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan en la evaluación de híbridos de maíz de porte bajo, Tepetzotlán, México. 1987.	45
10	Niveles de significancia estadística para la variable longitud de mazorca de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan en la evaluación de híbridos de maíz de porte bajo, Tepetzotlán, México. 1987.	46
11	Niveles de significancia estadística para la variable porcentaje de grano de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan en la evaluación de híbridos de maíz de porte bajo, Tepetzotlán, México. 1987.	47

RESUMEN

El problema de satisfacer la demanda alimenticia de la población nos encausa a fomentar la investigación agrícola para la identificación y -- aplicación de nuevas técnicas, sobresaliendo la obtención de materiales mejorados y adaptados a condiciones específicas que aseguren mayores rendimientos por unidad de superficie.

A partir de una cruce simple braquítica del programa de maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro denominada (DIGXB17) la cual interviene como hembra en el híbrido AN-360 (Pancho Villa); se formaron varios híbridos al combinarse con líneas progenitoras de los híbridos de temporal de Valles Altos como son H-30 y H-28. Estos híbridos se realizaron de tres líneas, bajo el planteamiento de que éstos, presentan mayor facilidad para su incremento en comparación con los híbridos dobles y además los superan en rendimiento de grano.

El presente trabajo se realizó, en el poblado de Las Animas perteneciente al Municipio de Tepetzotlán, Estado de México; durante el ciclo -- primavera-verano del año de 1987. Se utilizó un diseño experimental bloques al azar con 20 tratamientos y 3 repeticiones. La parcela experimental estuvo constituida por cuatro surcos de 5 m de largo, separados 82 cm, con una superficie total de 16.4 m^2 . Como parcela útil se consideraron -- los dos surcos centrales, o sea 8.2 m^2 . Se evaluaron 7 híbridos con influencia del carácter braquitismo, 2 de cruce doble y 5 trilineales.

Las conclusiones a las que se llegó fueron las siguientes:

1. Los híbridos de porte bajo trilineales y dobles (B16XB17) X MB, (B16XB17) X M29, (B16XB17) X (M23XM24), B16XB17) X M19, (B16XB17) X M23A, (B16XB17) X (M27XM28) y (B16XB17) X M7 superan en rendimiento en un porcentaje de 157.3, 87.8, 86.3, 74.8, 63.9, 51.2 y 40.1 respectivamente al Criollo local; al híbrido doble comercial H-129 lo superan en un porcentaje de 97.9, 44.4, 43.3, 34.4, 26.0, 16.3 y 7.8 respectivamente.
2. Del total de híbridos probados el mejor resultó ser el híbrido trilineal de porte bajo (B16XB17) X MB que rindió un 13.24% más que el mejor testigo H=133 INIFAP.
3. Los híbridos trilineales de porte bajo tuvieron un promedio de rendimiento superior en un 23.4% al de los híbridos comerciales recomendados para Valles Altos.
4. Los híbridos de porte bajo tuvieron promedios para altura de planta y mazorca de 2.15 y 1.22 m, respectivamente. En tanto para los híbridos dobles recomendados para Valles Altos los promedios de altura de planta y de mazorca fueron de 2.44 y 1.50 m, respectivamente.
5. Puede decirse que entre los genotipos evaluados, los híbridos de porte bajo, muestran un rendimiento de grano aceptable, mayor precocidad y con mejor apariencia que los testigos (Híbridos recomendados para Valles Altos y el Criollo Local).

I. INTRODUCCION

En México aproximadamente el 75% de la población nacional, toda la población rural y la mitad de la urbana, reciben del maíz la mayor proporción de calorías y su consumo per cápita es cuatro veces mayor que el de frijol, 10 veces más que el de trigo, 22 veces más que el de arroz y 50 veces mayor que el de la carne (Arellano, 1984).

Tomando en cuenta que el maíz es un cultivo muy importante, tanto a nivel nacional como mundial, y que conforme pasa el tiempo se va haciendo necesario un mayor volumen de producción, es urgente aumentar el producto mediante la aplicación de las técnicas más adecuadas que ayuden a elevar los rendimientos por unidad de superficie, lo cual es más factible que el incremento de la superficie de cultivo.

Dentro de la Mesa Central el maíz se siembra tanto en las zonas de riego y buen temporal, así como en aquellas regiones donde las heladas tardías y tempranas y el mal temporal hacen bastante arriesgada su producción. Debido a que por lo general las heladas restringen el período disponible para el desarrollo del cultivo es conveniente elegir la variedad que mejor se adapte a cada condición de siembra.

El problema de satisfacer la demanda alimenticia de la población nos encausa a fomentar la investigación agrícola para la identificación y -- aplicación de nuevas técnicas, sobresaliendo la obtención de materiales mejorados y adaptados a condiciones específicas que aseguren mayores rendimientos por unidad de superficie. A través del mejoramiento genético del maíz para Valles Altos y la zona de transición el Bajío-Valles Altos, se han obtenido variedades que presentan características agronómicas y

rendimientos favorables y que frecuentemente superan a los testigos contra los que se evalúan experimentalmente.

En México se han obtenido tradicionalmente híbridos de maíz de cruzada doble, a partir de líneas derivadas de las razas: Chalqueño, Cónico, Celaya, Tuxpeño, Bolita entre otras. Se han tenido buenos resultados — cuando se combinan líneas de diferentes razas; de esta manera se generaron los híbridos H-133 y H-135 de cruzada dobles y trilineal respectivamente (Espinoza, 1985).

A partir de una cruzada simple braquítica del Programa de Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro denominada (B16XB17) la cual interviene como hembra en el híbrido AN-360 (Pancho Villa); se formaron varios híbridos al combinarse con líneas progenitoras de los híbridos de temporal de Valles Altos como son: H-30 y H-28. Estos híbridos se realizaron de tres líneas, bajo el planteamiento de que éstos, presentan mayor facilidad para su incremento en comparación con los híbridos dobles.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Comparar el rendimiento de grano de los híbridos trilineales de porte bajo de maíz con el de híbridos dobles de porte normal, en una localidad de Valles Altos.

1.1.2. Definir las posibilidades de empleo de los híbridos trilineales de porte bajo en Valles Altos, considerando características como altura de planta y mazorca, días a floración, porcentaje de materia seca, porcentaje de grano, etc.

1.2. HIPOTESIS

1.2.1. Los híbridos trilineales de porte bajo de maíz tienden a mostrar un rendimiento más alto que el de los híbridos dobles de porte normal - recomendados para Valles Altos.

1.2.2. La altura de planta baja de los híbridos trilineales de maíz influye en la facilidad para su producción, que los híbridos dobles de -- porte normal recomendados para Valles Altos.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Adaptación y Adaptabilidad

Durante miles de generaciones el maíz creció bajo las condiciones impuestas por la naturaleza, y estas por medio de una selección natural, fueron modelando lenta y gradualmente a las plantas hasta como las conocemos actualmente (Castro, 1973).

Mock y Pearce (1975) describen que un tipo de planta ideal demanda la definición del ambiente de producción y de las características de la estructura de la planta para lograr un rendimiento óptimo. Además de esas condiciones se debe tomar en cuenta el nivel tecnológico que el agricultor emplea en la producción de maíz.

Matsuo (citado por Livera, 1979) indica que hay dos tipos de adaptación: amplia y local. La primera la tienen variedades que son capaces de producir un rendimiento alto y estable en diferentes localidades; la segunda es presentada por variedades con un rendimiento alto consistente, sobre las fluctuaciones estacionales y anuales del ambiente en un sitio especial.

Toda característica de un organismo o sus partes que tenga valor definitivo en lo que respecta a permitirle a dicho organismo existir en las condiciones de su hábitat puede llamarse adaptación. Tales rasgos pueden asegurar cierto grado de éxito, ya sea permitiéndole a la planta hacer uso total de las cantidades de nutrimentos, agua, calor o luz disponibles, o confiriéndole un alto grado de protección contra algunos factores adversos, como son las temperaturas extremas, la sequía y los parásitos (Daubenmire, 1982).

Los factores que afectan a la adaptación son: a) una maduración - satisfactoria para el área de producción, b) la respuesta al grado de - fertilidad del suelo, c) la resistencia al calor y a la sequía y d) la - resistencia al frío. No son estos los únicos factores que determinan la adaptación de los híbridos, ya que hay otras muchas características de - las plantas que directa o indirectamente pueden determinar la adaptación de un híbrido específico a un ambiente determinado (Poehlman, 1987).

Allard y Hansche (citados por Livera, 1979) analizando la variabilidad en relación a los programas de mejoramiento indican que un postulado de la genética de poblaciones es que adaptación y adaptabilidad son antagónicas y que para el éxito en mejorar la primera se requiere que la población bajo selección sea genéticamente variable. El antagonismo se manifiesta porque al mejorar la adaptación, la variabilidad se reduce y esto tiene también como consecuencia una reducción en la capacidad para el cambio.

Matsu (citado por Livera, 1979) establece que la adaptabilidad es - una habilidad genética que resulta en la estabilización de las interacciones genético-ambientales por medio de reacciones genéticas y fisiológicas de los organismos, y que este carácter ha sido heredado por estos a través del proceso evolutivo. Agrega que en el caso de las plantas -- cultivadas la adaptabilidad es una habilidad genética de las variedades para producir un rendimiento alto y estable en ambientes diferentes.

Oka (citado por Livera, 1979) ha clasificado la adaptabilidad de - los cultivos en dos categorías, adaptabilidad general y adaptabilidad general y adaptabilidad específica. La primera se refiere a la habilidad

de los cultivos para producir consistentemente un rendimiento alto en condiciones ambientales diferentes; la segunda se refiere a la habilidad para reaccionar y resistir a una condición particular como frío, sequía o una plaga.

En México, el maíz se cultiva en casi todas las condiciones ecológicas existentes, desde la tropical, húmeda hasta la semiárida de altura. También es conocido que los maíces cultivados en un ecosistema definido manifiestan cierta adaptabilidad, producto de su constitución genética, y de los efectos de la selección natural y artificial (Arellano, 1982).

Se ha observado que el traslado y siembra de una variedad de maíz de una área ecológica a otra diferente, conlleva a una serie de manifestaciones fenotípicas y respuestas fisiológicas como resultado de la inadaptabilidad. Las modificaciones fenotípicas pueden ocurrir en la estructura de la planta y mazorca; y las respuestas fisiológicas se denotan -- principalmente en el período a floración y madurez así como en la susceptibilidad a plagas y enfermedades (Arellano, 1982).

Los factores ambientales que juegan un papel importante en la adaptabilidad son: predominantemente la temperatura, la humedad, el fotoperíodo y fertilidad del suelo (Arellano, 1982).

Barrales (1983) menciona que la cantidad de energía en un sistema -- tiene como indicador a la temperatura, por lo tanto en los vegetales influye en la duración de su período vegetativo total. Se menciona para -- el caso de un genotipo de maíz dado que con temperaturas diarias de 25 a 30° C es de cien días y con temperaturas medias diarias de 15° C tardan 250 días o más para madurar.

McDaniel (citado por Barrales, 1983) establece que las variaciones de temperatura afectan en diferentes grados y magnitud a los cultivos - en sus determinadas etapas fenológicas en una manera adversa. Como una respuesta de las plantas a este factor adverso esta la resistencia al - frío o a la evasión. Durante el crecimiento y desarrollo pueden evadir daños causados por altas temperaturas por medio de altas tasas de transpiración, alta reflexión solar y ángulo de orientación respecto al sol, y por efectos del frío a través de aumentos de concentración de azúcares y sales en el citoplasma celular que protegen efectivamente a las plantas de los daños intracelulares.

Sutcliffe (citado por Barrales, 1983) menciona que las temperaturas máximas influyen sobre las plantas directamente en las tasas de transpiración y se considera que cuando están en crecimiento activo no pueden resistir temperaturas superiores a los 40° C. Se pueden discutir la validez de que las temperaturas máximas necesariamente conducen a un daño del cultivo, ya que existen evidencias de que altas temperaturas pueden beneficiar al cultivo, siempre y cuando las condiciones de humedad del suelo sean favorables para que se dé este beneficio.

Tanaka y Yamaguchi (1977) mencionan que 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 - de grano.

El crecimiento de plantas jóvenes necesita suficiente agua para - producir altos rendimientos y poder utilizar plenamente la abundancia - de agua en el suelo o la reciente precipitación hasta satisfacer la --

demanda evapotranspiracional. En la estación de crecimiento la precipitación frecuentemente viene en lluvias pequeñas y puede ser insuficiente para suministrar la humedad necesaria para obtener una buena cosecha de maíz cuando la evaporación es alta (Holt y Timmons, 1968). Estos mismos autores reportan que los requerimientos de agua son más críticos durante el período de formación de grano y que la precipitación recibida durante este período puede ser usada más eficientemente por las plantas. De -- aquí la necesidad de prever los períodos de abundancia de precipitación para tratar de hacerlos coincidir con esta etapa.

Runge (1968) informa que la precipitación no es una energía semejante a la temperatura, consecuentemente no se necesitan períodos largos de lluvia; sino que esta esté bien distribuida durante todo el ciclo de cultivo. Este mismo autor en su investigación sobre efectos de precipitación y temperatura en la estación de crecimiento en rendimiento de maíz encontró que temperaturas altas (las temperaturas diarias máximas fueron entre 32.2 y 32.8° C) pueden beneficiar el rendimiento de maíz siempre y cuando la humedad disponible para las plantas de maíz sea adecuada.

Chotena (citado por Barrales, 1983) indica que la etapa de mayor uso consuntivo en maíz es durante la floración y formación de grano; además menciona que el potencial del agua en la hoja es afectado por el contenido de humedad en el suelo.

La importancia de la luz en la productividad de las plantas de maíz, producción de grano y materia seca ha quedado demostrada en diferentes estudios; los mismos han establecido que la luz, en buenas condiciones de humedad y fertilidad es el mayor factor limitante en la reducción de

rendimientos por planta por su intervención determinante en el grado de fotosíntesis (Galván, 1977).

2.2. Altura de planta

2.2.1. Plantas de porte bajo

La selección y multiplicación de variedades de maíz extremadamente altas, no es recomendable ya que requieren un período de crecimiento muy largo y son muy difíciles de cosechar mecánicamente (Green, 1955).

Stringfield y Thatcher (citados por Dungan et al., 1958) fundamentaron en sus experimentos en Ohio que el nudo de la espiga fue algo más ajto en maíz densamente plantado. Las matas con 5 tallos tuvieron mazorcas 3 pulgadas más altas que las matas con 3 tallos.

Molina (1959) señala la existencia de formas enanas cuya manifestación va desde plantas que miden unos cuantos centímetros hasta plantas con más de un metro de altura, pudiendo ser genéticamente iguales o distintas. Estas formas responden a las denominaciones de plantas cortas, enanas, semienanas o intermedias, braquíticas, miniatura, reducida, compacta, planta con mazorca andrógina, planta de porte bajo y otros términos más, mucho de lo cual es sólo una simple sinonimia.

La productividad de los maíces enanos podría ser incrementada mediante la selección de genotipos que permitan una mejor penetración de la luz; hojas angostas, espiga chica sin ramificar y entrenudos menos cortos arriba de la mazorca (Kattu y Castro, 1970).

Robinson et al. (citados por Rivera, 1970) estudiando correlaciones genotípicas y fenotípicas y su implicación en la selección, analizaron 3 poblaciones de maíces prolíficos encontrando que altura de planta y altura de mazorca, están altamente correlacionadas ($r=.840$), lo mismo que número de mazorcas por planta y el rendimiento, ($r=.819$); las correlaciones entre altura de planta y mazorca con el rendimiento fueron respectivamente de $r=.381$ y $r=.478$ que son significativas.

Los mejoradores de maíz han hecho mucho esfuerzo para reducir la altura de las plantas. En esta especie los cambios han sido por lo general muy lentos, cuando la reducción en altura se ha logrado en forma brusca, casi siempre se ha utilizado para este propósito el gene recesivo braquítico-2 y al utilizarlo, invariablemente los genetistas han fracasado en su intento por incrementar la productividad y la densidad de siembra, no obstante haber reducido la altura de la planta considerablemente (Castro, 1973). El mismo autor explica que el reducir bruscamente la altura de las plantas con el gene braquítico-2, se fracasa en el intento de incrementar la productividad cuando no se elimina la deficiencia en el proceso fotosintético, debido a excesivo acortamiento de todos los entrenudos, alineación unidireccional de hojas y reflexión de la luz por espigas desproporcionadamente grandes.

Las plantas enanas con una área foliar similar a la de las plantas normales tendrán una mayor eficiencia de translocación de los productos dentro de la planta (Poey, 1973).

La obtención de híbridos de fenotipo enano representa un nuevo modelo de planta, permite suponer incrementos en la productividad de grano.

La productividad depende fundamentalmente de la capacidad de la planta para captar y transformar la energía solar y de su habilidad para aumentar tal capacidad al suministrarle fertilizantes; lo cual está en función de la arquitectura de la planta y del cultivo (Ramírez, 1973). El autor agrega que la denominación "planta enana" en el cultivo de maíz es aplicada a toda aquella planta que presenta reducción de altura, lo cual puede deberse a alteraciones fisiológicas provocadas por deficiencias en el suministro de agua, luz y/o nutrimentos y al ataque de plagas y enfermedades, o bien, a factores genético-hereditarios. El autor menciona que - hay tres tipos básicos y predominantes de enanismo: 1) el enanismo verdadero que es sumamente anormal en apariencia, 2) el enanismo compacto, cuyo tipo reducido de planta presenta en todas sus partes reducción proporcional en tamaño y 3) el carácter braquítico cuya principal característica es la reducción en la longitud del tallo debido a la reducción en el tamaño de los entrenudos, especialmente situados abajo de la mazorca.

Reeves (1975) estableció en un experimento que variedades de maíz enano y de altura normal fueron creciendo en espacios entre hileras de - 68, 100 y 50 cm a poblaciones de 24000, 60000 y 100000 plantas por hectárea respectivamente. Las variedades de altura normal produjeron ligeramente más alto rendimiento que las variedades enanas a más bajas poblaciones y las variedades enanas rindieron más que las variedades de altura normal a más alta densidad de población.

El término "planta baja" se refiere a un carácter gobernado por varios genes, cada uno con acción sobre un segmento limitado del componente total de altura de planta; en cambio los braquíticos, tienen su porte muy bajo, gobernado por un solo gen mayor. Del gene braquítico original,

existen muchas variantes, pero todos mantienen las mismas características (Anónimo, citado por Guzmán, 1977).

Brown et al. (citados por López, 1978) mencionan que la población óptima estimada en maíz está relacionada al tamaño de la planta, requiriendo las plantas más pequeñas una población mayor para obtener máximos rendimientos de grano.

Reyes (1980) reporta haber iniciado en México, las investigaciones para modificar la estructura de la planta de maíz con caracteres de enanismo, para lo cual se introdujo el carácter braquítico en las líneas que forman los híbridos normales H-503 y H-507, y que dieron lugar a los híbridos enanos H-508 y H-509 homólogos de los anteriores. Los programas de fitomejoramiento han logrado bajar la altura de las plantas y por consiguiente de las mazorcas; como por ejemplo las variedades V-524, H-503 y H-509, pero los rendimientos se han mantenido a sus homólogos no braquíticos. El mismo autor menciona que en diversas áreas balceras del mundo se han formado híbridos enanos con nula o relativa efectividad, posiblemente por la alta interacción Genotipo x Ambiente, por la metodología y materiales usados de escasa diversidad genética y por los múltiples problemas en la producción de semilla de los progenitores.

Suresh y Khanna (citados por Sierra, 1983) describieron que fisiológicamente, la altura de planta es el producto del número de nudos y el promedio de la longitud de entrenudos, por lo tanto, puede ser analizada genéticamente a sus unidades constituyentes si éstas son heredadas independientemente. Es decir, debemos saber si el número de nudos y la longitud promedio de entrenudos están genéticamente ligados o son independientes en herencia.

Williams (citado por Sierra, 1983) reportó que se han realizado muchas investigaciones sobre la acción génica para altura de planta y mazorca, con diferentes métodos de estudio, materiales y diferentes regiones, encontrándose resultados muy diversos. También cita que ha habido resultados que indican que el carácter altura de planta, es controlado por muy pocos genes, de herencia independiente y de efectos muy comparables en magnitud.

Hurtado (citado por Espinosa, 1985) estableció que la altura de mazorca y días a floración aumentaron cuando se incrementaron las densidades de población, como respuesta a los efectos de sombreo en el primer carácter y competencia por nutrientes en el segundo.

2.2.2. Acame

La resistencia al acame es la capacidad de una planta para permanecer relativamente inafectada por influencias ambientales anormales, debido a las propiedades inherentes que posee. La falta de resistencia al acame da por resultado una baja en la calidad, disminución del rendimiento y mayores dificultades en la cosecha. Las variaciones en la resistencia al acame entre los híbridos son causadas por cosas como las diferencias en madurez, resistencia a enfermedades e insectos, estructura del tallo, sistema radicular, altura de la mazorca y del tallo, fertilidad del suelo, y densidad de población (Jugenheimer, 1981).

El acame consiste en la inclinación o rotura de los tallos antes de la recolección en los cultivos para grano. La cantidad de acame varía de un año a otro, y está determinado por las lluvias y tormentas que se presenten antes de la cosecha; así como por daños debidos a enfermedades,

insectos, u otras causas. La evaluación de la resistencia al acame es, una apreciación visual (Poehlman, 1987).

Dungan et al. (1958) establecen que aumentando la población de plantas de maíz sobre suelo de la misma productividad disminuye la resistencia de tallos y aumenta la probabilidad de acame. Citan a otros autores que han realizado estudios sobre el mismo tema. Fundamentaron que plantas de maíz creciendo a cinco plantas por mata se acaman 65% más que aquellas de una planta por mata. Informaron que a 20000, 30000, 40000 y -- 50000 plantas por hectárea se acamaron un 22, 31, 39 y 46 por ciento, respectivamente. La alta incidencia de encamado es uno de los riesgos de aumentar la población para lograr máximos rendimientos.

Gutiérrez (1976) menciona que la ventaja de un tallo corto es reducir la probabilidad de acame y también establecer un tallo fuerte, ya que el peligro de acame aumenta conforme aumenta el peso de la mazorca.

Hall (citado por Jugenheimer, 1981) estudió la relación entre ciertos caracteres morfológicos y el acame del maíz. Encontró que la ausencia de acame estaba asociada positivamente con mazorcas más bajas, raíces de anclaje más largas, volúmenes radiculares mayores, menos enfermedades y menos hijos (chupones).

2.3. Rendimiento

El rendimiento final logrado por una planta de maíz, es el producto de las contribuciones que hacen las estructuras morfológicas y los procesos fisiológicos y bioquímicos durante su ciclo biológico. La magnitud de las estructuras y la intensidad de estos procesos, están en relación directa con las condiciones ambientales y del manejo del cultivo que --

reciba el genotipo (Arellano, 1984).

Al parecer existe un orden de prioridad para satisfacer el rendimiento de una planta; de manera que primero ocurre el desarrollo de granos desde la base hasta el extremo en la mazorca dominante (la superior), luego siguen los granos de la base de la segunda mazorca, y así sucesivamente hasta alcanzar el rendimiento final. Para que una planta de maíz produzca granos es necesario que se cumplan dos etapas secuenciales: en primera instancia, debe existir una cantidad teórica de granos polinizados capaces de experimentar un desarrollo posterior y, segundo, deben recibir productos fotosintéticos durante este período. De modo que el rendimiento de grano a la cosecha queda determinado por la capacidad de los granos establecidos en el momento de la polinización o por la cantidad de productos fotosintéticos disponibles entre la polinización y la madurez (Evans, 1983).

Jenning (citado por Espinosa, 1985) explica que si bien los procesos fisiológicos son comunes a todos los cultivos, la diversidad ambiental, morfológica y fenológica es tan grande como sus productos finales (rendimiento agronómico). Por lo tanto, en un cultivo dado, es importante determinar que características de la planta contribuyen más a un alto rendimiento agronómico, bajo la variación de clima.

Nichiporovich (citado por Yoshida, 1972) en su artículo sobre fotosíntesis y la teoría de obtención de altos rendimientos de cosecha, introduce los términos "rendimiento biológico" y "rendimiento económico". El rendimiento biológico se refiere a materia seca total, y el rendimiento económico se refiere a la parte económicamente útil del rendimiento biológico.

El rendimiento es la consideración fundamental en la producción del maíz híbrido. Se han hecho estudios para determinar el mejor sistema de mejoramiento para acumular una combinación de genes favorables para el rendimiento en un híbrido. El rendimiento básicamente está determinado por la acción de numerosos genes, muchos de los cuales afectan a procesos vitales dentro de la planta, como la nutrición, la fotosíntesis, la transpiración, la translocación y el almacenamiento de los principios nutritivos. También afectan directa o indirectamente al rendimiento, la precocidad, la resistencia al acame, resistencia a los insectos y enfermedades (Poehlman, 1987).

Un alto rendimiento de grano de cualquier cultivo puede ser logrado solamente cuando una combinación apropiada de variedad, ambiente y prácticas agronómicas es realizada. Entendiendo los procesos fisiológicos implicados en la producción de grano, tales como crecimiento vegetativo, formación de órganos de almacenamiento, y llenado de grano, ayuda a determinar la combinación óptima de los tres factores antes citados (Yoshida, 1972).

2.3.1. Componentes del rendimiento

Se consideran como componentes del rendimiento aquellos caracteres morfológicos y procesos fisiológicos que pueden ser identificados desde el momento de la germinación de la semilla, hasta el momento en que ésta entra en estado de latencia, y que regulan la producción final de grano por planta. A dichos componentes se les ha dado diversos grados de importancia, de tal forma que varios investigadores han estudiado su mecanismo hereditario, el grado de heterosis existente en los híbridos, así

como su influencia en el rendimiento y el grado de asociación existente entre sí (Espinoza, 1985).

Leng (1954) sugiere que los componentes principales del rendimiento en maíz son: número de mazorcas por planta, peso de grano, hileras por mazorca y granos por hilera.

Sandoval (1964) en un estudio sobre heterosis y componentes del rendimiento en maíz, encontró que los caracteres que estuvieron correlacionados con el rendimiento de grano fueron: número de mazorcas por planta, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, granos por hilera, longitud de diez granos, peso seco de cien granos y número de hileras por mazorca.

Hatfield et al. (1965) cultivaron maíz en seis combinaciones ambientales, durante dos años. El rendimiento de grano se relacionó con la fecha de emergencia y con las horas totales de luz diurna durante el período de formación del grano. La correlación de los componentes de la mazorca con el rendimiento y con ellos mismos fue afectada drásticamente por factores asociados con la época de crecimiento y la humedad del suelo.

Mukherjee et al. (1971) en un estudio de 15 híbridos F_1 derivados de seis variedades indicaron que la máxima expresión de diámetro de mazorca, estuvo controlado por alelos dominantes. La sobredominancia fue importante para longitud de mazorca y longitud de entrenudos que fueron controlados por alelos recesivos.

Tomoei (1973) reportó un estudio de cuatro líneas, y los híbridos F_1 y F_2 mostraron que la heredabilidad fue más grande para número de

hileras por mazorca (0.79), seguido por número de granos por hilera - - (0.72), número de granos por planta (0.65, 0.73), peso de 1000 granos - (0.42, 0.56) y número de mazorcas por planta (0.15 y 0.36).

El número de granos por unidad de área sembrada es el que determina el rendimiento en grano de maíz, y está compuesta de: a) número de plantas por unidad de área sembrada, b) número de mazorcas por planta y c) número de granos por mazorca. En el maíz, el número de granos por mazorca es el producto del número de hileras por mazorca y el número de granos por hilera. El número de hileras es un carácter genético que no es afectado fácilmente por las condiciones de cultivo, mientras que el número de granos por hilera disminuye con un decremento del espaciamiento entre plantas y del nivel de nitrógeno (Tanaka y Yamaguchi, 1977). Estos mismos autores demostraron que el número de granos por unidad de área sembrada, o sea la demanda fisiológica, es el factor clave que controla la diferencia varietal en la aptitud para el rendimiento y mencionan que un rendimiento de grano de siete ton/ha no puede obtener con la siguiente combinación de valores de los componentes del rendimiento: número de mazorcas por m^2 , 4; peso de 1000 granos, 250 g; granos por mazorca, 700; granos por m^2 , 2800.

Mabo (1980) describe que el grado de heterosis de tales caracteres como número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, altura de planta y rendimiento dependieron del número de hileras por mazorca - en los progenitores. Los mejores resultados fueron obtenidos por selección de los progenitores con un gran número de hileras por mazorca.

Zozulya (1980) en un experimento sobre componentes de rendimiento de maíz de 72 híbridos durante 1970-1975, establecieron una cercana - -

correlación positiva entre el número de granos por mazorca y número de hileras por mazorca ($r=0.74$). El número total (por mazorca) de granos desarrollados más florecillas que no tuvieron granos estuvo cercanamente correlacionado con rendimiento de grano, número de hileras por mazorca y número de granos por mazorca ($r=0.8-0.9$), número de mazorcas por planta fue negativamente correlacionado con diámetro de mazorca ($r=0.87$).

Jugenheimer (1981) menciona que la cantidad de semilla producida - por mazorca está determinada por el número de hileras de grano y por el número de granos por hilera. El número de hileras de grano está determinado desde el principio de la diferenciación de la mazorca, pero el número de granos por hilera puede variar con la variedad de maíz y con los cambios ambientales. También señala que el número y tamaño de los granos contribuyen en el rendimiento de grano. El número de granos está determinado por la longitud de la mazorca, el número de hileras por mazorca, el número de mazorcas por planta y el número de plantas por unidad de área.

En la planta de maíz, la cantidad de granos por mazorca y el número de éstas que pueden desarrollarse, quedan establecidos en el momento de la polinización o inmediatamente después, no existiendo posibilidad de que posteriormente puedan desarrollarse más (Evans, 1983).

Suresh y Khanna (citados por Sierra, 1983) mencionan que las principales componentes del rendimiento de grano en maíz son: a) número de mazorcas por planta, b) número de granos por olate y c) peso del grano. Anotan que es ya conocido que no hay heterosis o sobredominancia en el número de mazorcas por planta. El número de granos por olate puede ser dividido dentro de: a) número de hileras y b) granos por hilera. En --

efecto el rendimiento de maíz es determinado por el número de hileras, el número de granos por hilera y el peso de grano.

2.4. Producción de Semilla Híbrida

2.4.1. Antecedentes

Jenkins (1948) señaló que las plantas híbridas son en realidad menos vigorosas que muchas de las plantas superiores que se presentan comúnmente en variedades de polinización libre. Por lo tanto, es del todo posible producir híbridos de rendimientos más elevados cuando se logren las combinaciones adecuadas de genes.

En diferentes razas de maíces mexicanos se ha demostrado que los cruzamientos entre variedades de maíz de genealogías bien diferentes pueden dar origen a combinaciones con un alto grado de heterosis medido por su rendimiento. Esto no quiere decir que se puedan formar híbridos comerciales directamente a partir de diferentes razas, pero sí que la introducción de germoplasma exótico puede ser una base muy eficiente como punto de partida para seleccionar posteriormente combinaciones de progenitores de gran vigor híbrido (Brauer, 1969). Por lo tanto el vigor híbrido o heterosis es un fenómeno biológico de importancia económica ya que la F_1 manifiesta mayor rendimiento que el progenitor más rendidor y además mejores características agronómicas deseables (Peñuelas, 1976).

En cuanto al uso de semilla de variedades mejoradas en la región de los Valles Altos Centrales de México, éstas se comenzaron a distribuir desde hace casi 30 años; sin embargo, se siembra escasamente un 10% de la superficie cultivada, estableciéndose el resto con maíces criollos (Carballo, 1979).

A diferencia de otros insumos que cumplen pocas funciones -o solo una-, las semillas dan origen a la planta y le confieren características predeterminadas por la herencia, que definen, en muy buena medida, todas las acciones que se tomarán a lo largo de su ciclo biológico. Las semillas determinan la duración de dicho ciclo, las fechas de siembra, la productividad potencial, las necesidades de otros insumos físicos, etc. Por lo anterior se puede apreciar que la adopción de una nueva semilla puede implicar cambios tecnológicos muy importantes y, por otro, que sus características le confieren un papel central -dentro de los otros insumos físicos- en el proceso productivo. De hecho, los otros insumos juegan un papel complementario con respecto a las semillas (Badillo, 1981).

Los elevados rendimientos de los híbridos de maíz actuales son el resultado de buenas combinaciones de plantas de tamaño promedio (Jugendheimer, 1981).

2.4.2. Formación de híbridos

La producción comercial de semillas híbridas depende de los hábitos convenientes de floración de las plantas que van a hibridarse. La semilla híbrida de maíz es relativamente fácil de obtenerse porque las inflorescencias masculina y femenina 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 las plantas progenitoras femeninas tan pronto aparecen y dejar los surcos de las plantas polinizadoras sin alterarlas. Por supuesto, el polinizador debe descargar su polen a tiempo de que las plantas productoras de semillas estén también en floración (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 1979). Los progenitores femeninos y polinizadores difieren considera-

blemente en su deseabilidad. Los mejores progenitores de semilla pueden reducir notablemente los costos de producción (Jugenheimer, 1981).

Sprage (citado por Alarcón, 1981) opina que la formación de híbridos consiste fundamentalmente en la formación de líneas endocriadas durante "n" generaciones, la selección de las mejores, la combinación de las mismas y al final, el uso de las que mejor combinen como progenitores de los híbridos.

Whitehead (citado por Jugenheimer, 1981) establece que los híbridos específicos de cualquier tipo pueden diferir en estabilidad y en resistencia al acame. Prescindiendo del medio o del tipo de germoplasma, se deberá evaluar cada híbrido bajo regímenes ambientales y de cultivo diferentes.

La permanente recombinación genética ocurrida en el maíz no permite que se establezcan rígidamente sus caracteres cuantitativos. Aun en el caso de caracteres determinados por pocos genes es usual observar segregaciones. Esta variación persistente es más común en aquellos caracteres que por no contribuir al valor agronómico de la variedad o híbrido, no se someten a ninguna presión de selección en el proceso de mejoramiento. Al liberar una variedad o híbrido, el proceso de selección se suspende y se pasa a la etapa de multiplicación de semilla en donde la responsabilidad del productor consiste en mantener y no modificar las características que distinguen esa variedad. El sistema de reproducción del maíz ha permitido el aprovechamiento del vigor híbrido, lo que ha motivado que en muchos países se hayan iniciado con el maíz las industrias de semillas tanto en el sector público como en el privado. Además, el maíz tiene una alta tasa de multiplicación lo que permite asignarle mayor -

ganancia unitaria por unidad de peso (CIAT, 1983).

La obtención de la F_1 puede ser por cruzamiento en cualquier tipo - de poblaciones (no necesariamente líneas puras), y su aprovechamiento puede ser inmediato (híbridos de cruce simple, de cruce de tres líneas, o de cruce doble) (Márquez, 1985).

2.4.3. Tipos de híbridos

El uso comercial de semilla procedente de los híbridos entre tres - líneas (es decir, semilla obtenida polinizando un híbrido F_1 mediante -- una línea consanguínea) y la semilla del híbrido doble (es decir, semilla producida por inter cruzamiento de dos híbridos F_1) son igualmente técnicas operacionales para conseguir semilla económica. El empleo de vigorosos híbridos entre tres líneas o de híbridos dobles, permite conseguir una generación ulterior de multiplicación a partir de vigorosas formas - paternas femeninas, las cuales aseguran un elevado rendimiento de semilla a un precio económico con muy poca pérdida de capacidad de cosecha, comparada con relación a los híbridos simples (Williams, 1965).

La formación de híbridos de tres líneas suponen la combinación de - tres líneas autofecundadas. Para practicarlas se polinizan las plantas de una cruce simple con polen de una tercera línea autofecundada. Este progenitor masculino debe ser siempre una línea muy productora de polen, es decir, muy buena polinizadora; y, además, una línea cuyas cruces simples con las dos líneas que originaron el progenitor femenino sean buenas productoras. Es decir, que si vamos a polinizar la cruce A X B con polen de C, es conveniente que las dos cruces simples B X C y A X C sean buenas productoras (De La Loma, 1966).

Weatherspoon (1970) evaluó los rendimientos de cruzas simples, de tres elementos y dobles de maíz. En un grupo balanceado de comparaciones, se evaluaron por rendimiento de grano, 36 cruzas simples, de tres elementos y dobles, las cuales comprendieron nueve líneas puras de maíz no emparentadas. El rendimiento promedio de las cruzas simples fue 3.1 g/ha más elevado que el de las de tres elementos. El promedio de las de tres elementos fue 1.7 q/ha más elevado que el de las dobles. El rango de los rendimientos para las simples fue 12.7 q/ha mayor que el de las de tres elementos y 24.2 q/ha mayor que el de las dobles. El cuadrado medio de la interacción híbridos X medio ambiente, para las cruzas simples fue más del doble que el de las cruzas dobles y el cuadrado medio para dicha interacción en las cruzas de tres elementos fue intermedia entre el de las dobles y el de las simples. Esta relación puede explicarse como el resultado de la utilización más completa tanto de los efectos de dominancia como de los epistáticos en las cruzas simples y de tres elementos -- que en las dobles. Algunas cruzas simples parecieron ser más sensibles a las condiciones ambientales que las de tres elementos y las dobles.

Fleming (1971) determinó mediante cruzas de prueba el comportamiento de familias de maíz dentro de líneas autofecundadas por largo tiempo. Las familias de las líneas habían sido mantenidas por diferentes fitomejoradores en varios estados. Se compararon familias dentro de seis líneas autofecundadas por largo tiempo en cruzas de prueba de tres elementos. Fleming encontró diferencias significativas en los híbridos, dependiendo de la fuente geográfica de las líneas progenitoras. Las diferencias se observaron en nueve caracteres agronómicos: rendimiento, altura de mazorca, altura de planta, días a floración femenina, acame del tallo, plantas erectas, mazorcas por parcela, mazorcas caídas y posición de las

hojas. No se presentaron diferencias significativas en la calidad del grano. La altura de la mazorca tuvo las diferencias más significativas. Fleming concluyó que los cambios y las desviaciones genéticas en la frecuencia génica pueden estar ocurriendo constantemente dentro de una línea pura. Estos cambios afectan el comportamiento de la línea y también el del híbrido en el cual se usa.

Según Jugenheimer (1981) los cruzamientos simples tienden a ser de rendimiento ligeramente mayor y más uniforme en las características de la planta y la mazorca que otros tipos de híbridos. El alto costo de producción es la principal objeción que se hace a los cruzamientos simples para que se generalice su uso comercial. No obstante, en la actualidad se usa extensivamente en la faja maicera de los Estados Unidos de América, en donde se dá a la uniformidad y al alto rendimiento la importancia que tienen. Generalmente, la semilla de cruza de tres elementos, (AXB) X (C), es menos costosa de producir que la de cruza simple, aunque más cara que la de cruza doble. Las cruza de tres elementos tienden a ser más uniformes y a tener un rendimiento ligeramente superior que el de las cruza dobles. En algunos casos, estas se producen donde se cuenta con tres líneas que se combinan bien, pero donde no está disponible una cuarta línea adecuada a donde se desea una uniformidad extrema. Las cruza de tres elementos también son útiles para producir híbridos de cruza doble deseables. Las cruza de tres elementos se usan ampliamente en Estados Unidos para la producción de maíz dentado y revertón.

La producción de semilla de híbridos dobles, al basarse en el cruzamiento de dos híbridos simples, reclama como condición indispensable,

coincidencia en la floración; también, se busca que el progenitor femenino tenga un alto potencial de producción y el progenitor masculino una buena producción de polen (Caro, 1987).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del sitio experimental

El presente trabajo se realizó en una parcela del poblado de Las Animas, Municipio de Tepetzotlán, Estado de México, que está situada al norte con el Municipio de Coyotepec, Méx., al oeste con el Pueblo de Las Animas, al sur con el Municipio de Cuautitlán Izcalli, Méx., y al lado este con el Pueblo de Teoloyucan, Méx. Las coordenadas geográficas del Municipio de Tepetzotlán son 19° 43' latitud norte y 99° 14' longitud oeste y la altitud es de 2285 msnm.

3.2. Clima

El clima de Tepetzotlán de acuerdo con la clasificación de Köppen - modificada por García (1981), se define como C(Wo) (W) b (i'); donde C (Wo) significa templado subhúmedo con lluvias en verano y es el más seco de los subhúmedos; (W) significa que la lluvia invernal es menor del 5% del total anual; b significa temperatura con verano fresco largo y temperatura media anual entre 12 y 18° C; (i') significa poca oscilación anual (entre 5 y 7° C) de las temperaturas medias mensuales. Presenta una precipitación media anual entre 600 y 700 mm, siendo julio el mes más lluvioso y febrero el mes más seco. Durante los meses de septiembre a marzo -- los vientos dominantes tienen un fuerte componente del oeste, en tanto -- que de abril a agosto se presentan vientos calmados del este.

3.3. Suelo

Los suelos de la región son de origen aluvial (al) Incastre (Ial). Asimismo el Valle se localiza dentro de la provincia geológica del Eje

Neovolcánico, en donde predominan rocas volcánicas. Generalmente los terrenos de la región, se componen de suelos planos ligeramente ondulados con una pendiente del 2% y con una altitud de 2300 a 2450 msnm. -- Son suelos que poseen una textura fina, arcillosa; son suelos pesados, difíciles de manejar por tener plasticidad y adhesividad cuando están húmedos y duros formando grietas cuando están secos. Son suelos jóvenes que están en proceso de formación a partir de depósitos de material reciente; no presentan fenómenos de iluviación, eluviación o intemperismo muy marcado; presentan un horizonte superficial oscuro relativamente -- grueso, con una estructura bien desarrollada, pH mayor de 6 y relación C:N de 10 en suelos cultivados con alto contenido de material amorfo como el alófono en su fracción arcillosa (Deolarte, 1984).

3.4. Material genético

La combinación de una cruce simple de porte enano (B16 X B17) con líneas o cruces simples de porte normal dieron por resultado híbridos -- trilineales y dobles de porte bajo.

En el Cuadro 1 se presentan los tratamientos, su genealogía y nomenclatura respectiva.

CUADRO 1. MATERIAL GENETICO EMPLEADO PARA LA EVALUACION DE LOS HIBRIDOS DE MAIZ DE PORTE BAJO. TEPOTZOTLAN, MEXICO. 1987.

TRATAMIENTO		GENEALOGIA	NOMENCLATURA
1. (sse.3 X sse.5)&	X	Mich21-88-3-3	(B16XB17) X M29
2. (sse.3 X sse.5)	X	Hgo-55-9	(B16XB17) X M19
3. (sse.3 X sse.5)	X	CH-II-148-22-1R-12A	(B16XB17) X M23A
4. (sse.3 X sse.5)	X	CH-II-148-2-2-1	(B16XB17) X M8
5. (sse.3 X sse.5)	X	Hgo. 4-5-4-2-1	(B16XB17) X M7
6. (sse.3 X sse.5)	X		(B16XB17) X
(Mich21-183)	X	(Mich-21-181-14-1)	(M27XM28)
7. (Sse.3 X sse.5)	X		(B16XB17) X
(CH-II-148-2-2-1R-2B)	X	(Hgo.4-5-4-2-1R-14)	(M23XM24)
8. Lote 1-5 hembra		Cruza Trilineal	
9. H-23E		Hibrido Varietal	
10. H-30		Cruza Doble	
11. H-149E		Cruza Trilineal	
12. H-143E		Cruza Trilineal	
13. H-151E		Cruza Trilineal	
14. H-133 (INIFAP)		Cruza Doble	
15. (H-353-245-6-10)	X	(H-353-363-7-2) X	(B32XB33) X
CH-II-148-22-1R-12A			M23A
16. H-311		Cruza Doble	
17. H-133 (PRONASE)		Cruza Doble	
18. H-135		Cruza Trilineal	
19. H-129		Cruza Doble	
20. Criollo local			

& La cruza simple (sse.3Xsse.5) es braquítica y en combinación con otros genotipos, aporta la influencia para porte bajo.

3.5. Diseño experimental y de tratamientos

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 20 tratamientos y tres repeticiones por tratamiento.

3.6. Tamaño de la parcela experimental

La parcela experimental estuvo constituida por cuatro surcos de cinco metros de longitud, separados 82 cm, con una superficie total de 16.4 m². Como parcela útil se consideraron los dos surcos centrales, o sea - 8.2 m².

3.7. Fecha, método y densidad de siembra

La siembra se efectuó el 1° de mayo de 1987 aplicando un riego de presiembra. El método de siembra fue "a tapa pie" depositando cuatro semillas a cada 50 centímetros a lo largo del surco, utilizando aproximadamente 25 kilogramos de semilla por hectárea.

3.8. Densidad de población

A los 45 días después de la emergencia de las plántulas se realizó un aclareo dejando tres plantas por mata, para lograr una densidad de población de aproximadamente 70 mil plantas por hectárea.

3.9. Control de maleza

Se efectuó en forma química, utilizando una mezcla de Atrazina con 2,4-D amina en relación de 1:2 por ha, para controlar la maleza de hoja ancha.

3.10. Cosecha

La cosecha se realizó el 24 de octubre de 1987, cosechándose únicamente la parcela útil, de manera manual.

3.11. Variables evaluadas

Peso de campo (kg). Se obtuvo al cosechar y pesar las mazorcas de la parcela útil.

Porcentaje de materia seca. Se obtuvo de una muestra de grano y se le determinó la humedad en un medidor eléctrico Steinlite, posteriormente se restó la humedad obtenida de 100 para determinar el porcentaje de materia seca.

Porcentaje de grano. Se obtuvo de la relación entre el peso de grano y el peso total de la mazorca. Se utilizó la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Grano} = \text{Peso de grano} / \text{Peso de mazorca} \times 100$$

Rendimiento de semilla total. El rendimiento por hectárea se obtuvo por medio de la siguiente fórmula, la cual es utilizada en el CIFAP-Méx.:

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

Donde:

Rendimiento = kg/ha de grano con un 14% de humedad

P.C. = Peso de campo de las mazorcas

% M.S. = Porcentaje de materia seca

% G. = Porcentaje de grano

F.C. = Factor de conversión

El factor de conversión es una constante que se obtiene de la relación de $10\ 000/15.70 = 639.94$.

Longitud de mazorca. Se midió desde la base hasta el extremo superior de la mazorca.

Hileras por mazorca. Se contaron en la porción media de la mazorca de una muestra de diez mazorcas tomadas al azar.

Granos por hilera. Se obtuvo contando el número de granos existentes por hilera.

Altura de planta. Medida en cm, del nivel del suelo hasta la punta de inserción en el tallo.

Altura de mazorca. Medida en cm, desde el nivel del suelo a la base de la inserción de la mazorca principal.

Días a floración masculina. Se consideró desde la siembra hasta la fecha cuando el 50% de las plantas de la parcela experimental presentaban sus inflorescencias masculinas en dehiscencia.

Días a floración femenina. Se consideró desde la siembra hasta la fecha cuando el 50% de las plantas de la parcela experimental presentaban sus estigmas expuestos.

3.12. Análisis estadísticos

3.12.1. Modelo lineal aditivo del diseño Bloques al azar

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

donde:

X_{ij} = Valor de la característica en estudio

μ = Efecto común a todas las unidades experimentales

α_i = Efecto de bloques ^a

β_j = Efecto de tratamientos

ϵ_{ij} = Elemento de error

$i = 1, 2, \dots, a$ (número de repeticiones)

$j = 1, 2, \dots, n$ (número de tratamientos)

La hipótesis que se prueba bajo este modelo es:

Hipótesis de nulidad:

$$H_0: T_1 = t_1, \dots, t_n = t_n \text{ (no hay efecto de tratamientos)}$$

Hipótesis alternativa:

$$H_a: T_1 \neq t_1, \dots, t_n \neq t_n \text{ (sí hay efecto de tratamientos)}$$

El modelo de la prueba de hipótesis fue:

$$H_a; \text{ si } F = \text{-----} > F_{0.05}$$

3.12.2. Comparación de medias del experimento

El método que se utilizó para realizar la comparación de medias fue el de Duncan al 5% de probabilidad.

La prueba de Duncan permite hacer las comparaciones múltiples posibles $a(a-1)/2$ y se utiliza cuando el número de tratamientos es considera

ble aún cuando la prueba de F no sea significativa.

El valor del límite de significancia se calculó de la siguiente forma:

$$L.S. = t S_x$$

donde:

t_{α} = t múltiple obtenida de las tablas de Duncan para $\alpha = 0.05$ y

$$y \alpha = 0.01$$

S_x = Error estandar de la media = S/\sqrt{n}

S = Varianza del error experimental

n = Número de repeticiones

El valor de t múltiple se obtiene con $n = G.L.$ y el número de medias que separan a las dos medias que se están comparando (Reyes, 1984).

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de varianza

Los cuadrados medios de los análisis de varianza de 10 variables - cuantificadas en 20 genotipos de maíz se presentan en el Cuadro 2.

CUADRO 2. VALOR DE LOS CUADRADOS MEDIOS, NIVEL DE SIGNIFICANCIA PARA "F" Y COEFICIENTES DE VARIACION REGISTRADOS EN LOS ANALISIS DE VARIANZA REALIZADOS PARA CADA UNA DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS.

VARIABLE	CUADRADO MEDIO	F.C.	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	C.V.
Rendimiento	Trat. 5223147.91	2.55	++	26.85
Porcentaje de materia seca	Trat. 93.128	7.41	++	5.57
% de grano	Trat. 33.862	3.73	++	3.93
Días a floración masculina	Trat. 102.065	6.25	++	3.82
Días a floración femenina	Trat. 145.631	5.13	++	4.72
Altura de planta	Trat. 2095.771	12.43	++	5.72
Altura de mazorca	Trat. 1412.079	13.80	++	7.58
Número de hilas por mazorca	Trat. 7.469	10.86	++	5.05
Número de granos por hilera	Trat. 16.929	2.05	+	9.13
Longitud de mazorca	Trat. 2.666	2.26	+	7.84

+, ++, = Significativos estadísticamente al 0.05 y 0.01 respectivamente.

En este cuadro se puede apreciar que sus valores de "F" calculada son altamente significativos entre variedades para las variables: rendimiento, altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de materia seca, días a floración masculina y femenina, número de hileras por mazorca y porcentaje de grano; en tanto que sólo hubo diferencias significativas entre variedades para el número de granos por hilera y para la longitud de la mazorca.

4.2. Prueba de significancia entre medias

Las pruebas de significancia entre medias de los 20 genotipos de maíz fueron obtenidas por medio de la prueba de rangos múltiples de Duncan, de acuerdo con el análisis de varianza de cada variable cuantificada.

4.2.1. Rendimiento total de semilla

En el Cuadro 3 se observan las medias de rendimiento de cada tratamiento y la comparación de medias. De acuerdo a la prueba de Duncan ($P < .05$) los híbridos (B16XB17) X M8, H-133INIFAP, (B32XB33) X M23A, H-149E, H-143E, (B16XB17) X M29, H-151E, (B16XB17) X (M23XM24), (B16XB17) X M19 y H-135 son estadísticamente iguales, sin embargo el rendimiento más alto correspondió al tratamiento (B16XB17) M8 que es un híbrido de porte bajo. Los tratamientos con menor rendimiento fueron los híbridos H-30, H-23E y el Criollo local.

CUADRO 3. NIVELES DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA RENDIMIENTO DE CRANO DE ACUERDO A LA PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE DUNCAN Y PORCIENTO RESPECTO A TESTIGOS CRIOLLO, H-30, H-129, H-135 y H-133 INIFAP DE LOS HÍBRIDOS DE MAIZ DE PORTE BAJO, TEPOTZOTLAN, MEX. 1987.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO KG/HA	% DE CRIOLLO	% DE H-130	% DE H-129	% DE H-135K	% DE H-133
(B16XB17) X M8	8142 A	257.3	204.9	197.9	149.3	113.24
H-133 INIFAP	7190 AB	227.2	181.0	174.7	131.9	100.0
(B32XB33) X M23A	7114 AB	224.8	179.1	172.9	130.5	99.9
H-149E	6465 ABC	204.3	162.7	157.1	118.6	89.9
H-143E	6422 ABC	202.9	161.6	156.1	117.8	89.3
(B16XB17) X M29	5943 ABCD	187.8	149.6	144.4	109.0	82.6
H-151E	5924 ABCD	187.2	149.1	143.9	108.6	82.3
(B16XB17) X {M23XM24}	5997 ABCD	186.3	148.4	143.3	108.1	82.0
(B16XB17) X M19	5533 ABCD	174.8	139.3	134.4	101.5	76.9
H-135	5451 ABCD	172.2	137.2	132.4	100.0	75.8
(B16XB17) x M23A	5187 BCD	163.9	130.5	126.0	95.1	72.1
H-311	4803 BCD	151.8	120.9	116.7	88.1	66.0
(B16XB17) X {M27XM28}	4787 BCD	151.2	120.5	116.3	87.8	66.5
(B16XB17) X M7	4435 BCD	140.1	111.6	107.8	81.3	61.6
H-133 PROMASE	4195 CD	132.5	105.6	101.9	76.9	58.3
H-129	4114 CD	130.0	103.5	100.0	75.4	57.2
Lote 1-5 *T	4023 CD	127.1	101.2	97.7	73.8	55.9
H-30	3972 CD	125.5	100.0	96.5	72.8	55.2
H-23E	3736 CD	118.0	94.0	90.8	68.5	51.9
Criollo	3164 D	100.0	79.6	76.9	58.0	44.0

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente de acuerdo a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al nivel de 0.05 de probabilidad.

C.V. = 26.85

\bar{x} = 5324

4.2.2. Altura de planta

En el Cuadro 4 se muestran las medias para la altura de planta de cada tratamiento y la comparación de medias. De acuerdo a la prueba de Duncan ($P \leq .05$) los tratamientos H-133 INIFAP, Criollo, H-143E, H-149E, H-151E y H-129 son estadísticamente iguales encontrándose dentro del primer nivel de significancia.

CUADRO 4. NIVELES DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA LA VARIABLE ALTURA - DE PLANTA DE ACUERDO A LA PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN EN LA EVALUACION DE HIBRIDOS DE MAIZ DE PORTE BAJO, TEPOTZOTLAN, MEX. 1987.

TRATAMIENTOS	ALTURA DE PLANTA m	COMPARACION DE MEDIAS
H-133 INIFAP	2.69	A
Criollo	2.64	A
H-143E	2.64	A
H-149E	2.58	A B
H-151E	2.50	A B C
H-129	2.47	A B C D
H-133 Pronase	2.39	B C D E
(B32XB33) X M23A	2.38	B C D E
(B16XB17) X M19	2.33	C D E F
(B16XB17) X (M23XM24)	2.28	C D E F G
(B16XB17) X M7	2.23	D E F G H
H-135	2.18	E F G H I
(B16XB17) X M8	2.13	F G H I
(B16XB17) X M23A	2.10	F G H I
H-311	2.04	G H I
(B16XB17) X (M27XM28)	2.02	H I
(B16XB17) X M29	2.01	H I
Lote 1-5 *T	1.99	H I J
H-30	1.97	I J
H-23E	1.77	J

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan al nivel de 0.05.

$$\bar{X} = 2.27 \text{ m}$$

4.2.3. Altura de mazorca

En el Cuadro 5 se muestran las medias para la altura de mazorca de cada tratamiento y las diferencias entre medias. De acuerdo a la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) los tratamientos Criollo, H-133 INIFAP y H-143E son estadísticamente iguales encontrándose dentro del primer nivel de significancia.

CUADRO 5. DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS PARA LA VARIABLE ALTURA DE MAZORCA DE ACUERDO A LA PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE DUNCAN EN LA EVALUACION DE HÍBRIDOS DE MAÍZ DE PORTE BAJO, TEPOTZOTLAN, MEX. 1987.

TRATAMIENTOS	ALTURA DE MAZORCA m	COMPARACION DE MEDIAS
Criollo	1.76	A
H-133INIFAP	1.65	A B
H-143E	1.61	A B C
H-149E	1.57	B C D
(B32XB33) X M23A	1.53	B C D E
H-129	1.48	B C D E F
H-151E	1.45	C D E F
H-133Pronase	1.40	D E F G
(B16XB17) X M19	1.38	E F G H
(B16XB17) X M23A	1.30	F G H I
H-135	1.24	G H I J
(B16XB17) X (M23XM24)	1.24	G H I J
(B16XB17) X M7	1.22	G H I J
(B16XB17) X M8	1.21	H I J
Lote 1-5 °T	1.16	I J K
(B16XB17) X (H27XM28)	1.12	I J K
H-30	1.12	I J K
(B16XB17) X M29	1.10	J K
H-311	1.08	J K
H-23E	0.99	K

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al nivel de 0.05 de probabilidad.

$$\bar{X} = 1.33 \text{ m}$$

4.2.4. Días a floración masculina y floración femenina.

En el Cuadro 6 se muestran las medias para los días a floración masculina y femenina de cada tratamiento, la comparación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan ($P < .05$) y también se muestra el intervalo en días entre la floración masculina y la femenina para cada genotipo. Para los 20 genotipos evaluados, el número de días a floración masculina y femenina es de 105 y 112 en promedio aunque se hallaron rangos de 94 a 117 y de 101 a 131 días para la floración masculina y femenina respectivamente. En dicho cuadro se pueden observar varios grupos de significancia; para el caso de floración masculina se ubican variedades que manifestaron precocidad tales como H-30, Lote 1-5 °T, H-23E, (B16XB17) X M29, (B16XB17) X (M27XM28) y (B16XB17) X M8 y variedades más tardías como el Criollo, H-143E, (B32XB33) X M23A, H-149E y H-151E; en tanto que para floración femenina los tratamientos que manifestaron precocidad fueron Lote 1-5 °T, H-30, (B16XB17) X M29, H-23E, (B16XB17) X (M27XM28) y (B16XB17) X M8 y los tratamientos más tardíos fueron el Criollo, H-133 INIFAP, H-135, (B32XB33) X M23A, H-311 y H-143E. Nótese que el tratamiento con mayor rendimiento de grano está ubicado entre los híbridos que manifestaron precocidad masculina y femenina. El número de días entre la floración masculina y femenina de los tratamientos fue de 3 a 14 y en promedio de 7.3; los tratamientos con carácter braquíticos tienen un intervalo entre floración masculina y femenina que va de 3 a 10 días y en promedio de 6; mientras los tratamientos testigos tienen un intervalo que va de 8 a 14 días con promedio de 10. En la Figura 1 se muestra la distribución gráfica de floración masculina y femenina de los 20 genotipos evaluados.

CUADRO 6. NIVELES DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA LAS VARIABLES DIAS A FLORACION MASCULINA Y FEMENINA DE ACUERDO A LA PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN EN LA EVALUACION DE HIBRIDOS DE MAIZ DE PORTE BAJO, TEPOTZTLAN, MEX. 1987.

TRATAMIENTOS	DIAS A FLORACION MASCULINA	DIAS A FLORACION FEMENINA	INTERVALO ENTRE FLORACION MASCULINA Y FEMENINA-DIAS
Criollo	117 A	131 A	14
H-143E	112 AB	116 BC	4
(B32XB33) X M23A	111 ABC	117 BC	6
H-149E	109 BCD	114 BCD	5
H-151E	109 BCD	115 BCD	6
H-135	109 BCD	118 BC	9
(B16XB17) X M19	108 BCD	115 BCD	7
H-133 INIFAP	108 BCD	120 B	12
H-311	107 BCDE	116 BC	9
H-133 PRONASE	106 BCDE	114 BCD	8
(B16XB17) X (M23XM24)	105 BCDE	113 BCDEF	8
H-129	105 BCDE	113 BCDEF	8
(B16XB17) X M23A	104 BCDE	109 BCDFFG	5
(B16XB17) X M7	104 CDEF	114 BCD	10
(B16XB17) X M8	103 DEF	109 CDEFG	6
(B16XB17) X (M27XM28)	102 DEFG	105 DEFG	3
(B16XB17) X M29	99 EFGH	103 EFG	4
H-23E	97 FGH	105 DEFG	8
Lote 1-5*T	95 GH	101 G	6
H-30	94 H	103 FG	9

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan al nivel de 0.05.

\bar{x} Días a floración masculina: 106

\bar{x} Días a floración femenina: 113

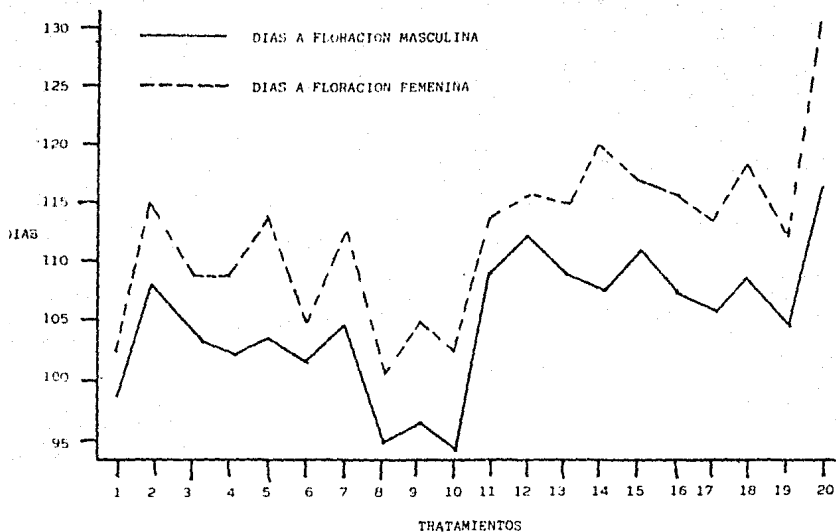


FIGURA 1. DISTRIBUCION GRAFICA DE PROMEDIOS DE DIAS A FLORACION MASCULINA Y FEMENINA DE 20 GENOTIPOS DE MAIZ EVALUADOS EN TEPOTZOTLAN, ESTADO DE MEXICO. 1987.

4.2.5. Porcentaje de materia seca

En el Cuadro 7 se observan las medias de porcentaje de materia seca de cada tratamiento y la comparación de medias. De acuerdo a la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) se hallan varios niveles de significancia estadística y se puede observar que tienen un mayor porcentaje de materia seca los híbridos H-23E, H-30, (B16XB17) X M29 y Lote 1-5 °T; en tanto las variedades que presentan un menor porcentaje son el Criollo, (B16XB17) X M19, (B16XB17) X M23A y H-151E.

CUADRO 7. NIVELES DE SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE ACUERDO A LA PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE DUNCAN EN LA EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ DE PORTE BAJO, TEPOTZOTLÁN, MEX. 1987.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJE DE MATERIA SECA	COMPARACION DE MEDIAS
H-23E	78.64	A
H-30	72.46	B
(B16XB17) X M29	70.98	B C
Lote 1-5 °T	68.73	B C D
H-135	64.99	C D E
(B16XB17) X M8	64.31	D E F
H-133 INIFAP	64.26	D E F
(B16XB17) X M7	63.14	E F
(B16XB17) X (M23XM24)	63.08	E F
H-143E	62.79	E F
(B16XB17) X (M27XM28)	62.48	E F
H-149E	62.07	E F G
H-128	61.23	E F G
(B32XB33) X M23A	61.18	E F G
H-311	60.69	E F G
H-123 Fronase	59.98	E F G
H-151E	58.25	E F G
(B16XB17) X M23A	58.19	E F G
(B16XB17) X M19	57.67	F G
Criollo	56.22	G

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al nivel de 0.05.

$$\bar{X} = 63.62$$

4.2.6. Número de hileras por mazorca

En el Cuadro 8 se presentan las medias para el número de hileras por mazorca de cada tratamiento y la comparación de medias. De acuerdo a la prueba de Duncan ($P \leq .05$) los tratamientos (B16XB17) X M7, (B16XB17) X M29, (B16XB17) X (M23XM24), Lote 1-5°T, (B16XB17) X M23A, H-30, (B16XB17) X (M27XM28) y H-129 son estadísticamente iguales contando con mayor número de hileras por mazorca.

CUADRO 8. NIVELES DE SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA DE ACUERDO A LA PRUEBA DE DUNCAN EN LA EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ DE PORTE BAJO, TEPOTZTLIÁN, MEX. -

TRATAMIENTOS	NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA	COMPARACION DE MEDIAS
(B16XB17) X M7	18	A
(B16XB17) X M29	18	A B
(B16XB17) X (M23XM24)	18	A B
Lote 1-5 °T	18	A B
(B16XB17) X M23A	17	A B C
H-30	17	A B C
(B16XB17) X (M27XM28)	17	A B C D
H-129	17	A B C D E
H-311	16	B C D E
H-149E	16	B C D E
(B16XB17) X M8	16	C D E F
H-23E	16	D E F
H-151E	16	D E F
H-133 INIFAP	16	D E F
H-143E	16	D E F
(B32XB33) X M23A	15	E F
H-133 Pronase	15	E F
(B16XB17) X M19	15	F
H-135	15	F
Criollo	11	G

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al nivel de 0.05.

$$\bar{X} = 16.41$$

4.2.7. Número de granos por hilera

En el Cuadro 9 se muestran las medianas para el número de granos por hilera de cada tratamiento y la comparación de medianas. De acuerdo a la prueba de Duncan ($P < 0.05$) los tratamientos Criollo y (B16XB17) X (M23X M24) son estadísticamente iguales teniendo el mayor número de granos por hilera que el resto de los tratamientos.

CUADRO 9. NIVELES DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA LA VARIABLE NUMERO DE GRANOS POR HILERA DE ACUERDO A LA PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN EN LA EVALUACION DE HIBRIDOS DE MAIZ DE PORTE BAJO, TE-POTZOTIAN, MEX. 1987.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE GRANOS POR HILERA	COMPARACION DE MEDIAS
Criollo	38	A
{B16XB17} X (M23XM24)	34	A B
H-133 INIFAP	33	B C
{B16XB17} X M29	33	B C
H-135	32	B C
{B16XB17} X M8	32	B C
H-133 Pronase	32	B C
H-23E	32	B C
{B16XB17} X M19	31	B C
H-151E	31	B C
H-149E	31	B C
H-143E	31	B C
H-129	30	B C
Lote 1-5 °T	30	B C
H-30	30	B C
{B16XB17} X M23A	29	B C
{B16XB17} X M7	29	B C
H-311	29	B C
{B32XB33} X M23A	28	B C
{B16XB17} X (M27XM28)	26	C

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al nivel de 0.05 de probabilidad.

$$\bar{X} = 31.50$$

4.2.8. Longitud de mazorca

En el Cuadro 10 se muestran las medias para longitud de mazorca de cada tratamiento y la comparación de medias. De acuerdo a la prueba de Duncan ($P < .05$) se observan varios niveles de significancia estadística teniendo los tratamientos Criollo (B16XB17) X (M23XM24) y (B16XD17) X M8 la mayor longitud de mazorca.

CUADRO 10. NIVELES DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE MAZORCA DE ACUERDO A LA PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN EN LA EVALUACION DE HIBRIDOS DE MAIZ DE PORTE BAJO, TEPOTZOTLAN, MEX. 1987.

TRATAMIENTOS	LONGITUD DE MAZORCA CM	COMPARACION DE MEDIAS
Criollo	15.7	A
(B16XB17) X (M23XM24)	14.9	A B
(B16XD17) X M8	14.8	A B
H-133 Pronase	14.7	A B
H-135	14.5	A B C
H-143E	14.5	A B C
H-149E	14.0	A B C
H-151E	14.0	A B C
H-133 INIFAP	14.0	A B C
H-311	13.9	A B C
(B16XB17) X M23A	13.8	A B C
(B16XB17) X M19	13.7	A B C
(B16XB17) X M29	13.6	A B C
(B16XB17) X (M27XM28)	13.6	B C
H-23E	13.5	B C
H-129	13.1	B C D
(B16XB17) X M7	13.1	B C D
(B32XB33) X M23A	13.0	B C D
H-30	12.5	C D
Lote 1-5 *T	11.5	D

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al nivel de 0.05.

$$\bar{X} = 13.8$$

4.2.9. Porcentaje de grano

En el Cuadro 11 se muestran las medias para porcentaje de grano de cada tratamiento y la comparación de medias. De acuerdo a la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) los tratamientos H-23E, H-30, Lote 1-5 *T y (B32XB33) X M23A son estadísticamente iguales y presentan los mayores porcentajes de grano.

CUADRO 11. NIVELES DE SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANO DE ACUERDO A LA PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN EN LA EVALUACION DE HIBRIDOS DE MAIZ DE PORTE BAJO, TE POTZOTLAN, MEX. 1987.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJE DE GRANO	COMPARACION DE MEDIAS
H-23E	83.85	A
H-30	81.12	A B
Lote 1-5 *T	79.97	A B
(B32XB33) X M23A	78.98	A B
H-143E	78.02	B C
H-135	77.78	B C
(B16XB17) X M8	77.70	B C
H-129	77.20	B C D
H-133 INIFAP	77.06	B C D E
Criollo	76.96	B C D E
H-133 Pronase	76.91	B C D E
H-149E	76.62	B C D E
(B16XB17) X M19	76.49	B C D E
H-151E	76.14	B C D E
(B16XB17) X (M23XM24)	75.77	B C D E F
(B16XB17) X M29	75.26	B C D E F
H-311	72.13	C D E F
(B16XB17) X (M27XM28)	71.42	D E F
(B16XB17) X M23A	71.21	E F
(B16XB17) X M7	70.23	F

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al nivel de 0.05.

$$\bar{X} = 76.54$$

V. DISCUSION

De acuerdo a la hipótesis de que los híbridos trilineales de porte bajo superan en rendimiento a los híbridos dobles comerciales recomendados para Valles Altos tenemos que dentro de los tratamientos que se comportaron estadísticamente iguales con rendimiento más alto, se observa que el híbrido trilineal de porte bajo (B16XB17) X M8 es el de mayor rendimiento de grano, enseguida se ubica a los híbridos H-133INIFAP y (B32XB33) X M23A. Los híbridos trilineales de porte bajo (B16XB17) X M8, -- (B16XB17) X M29, (B16XB17) X (M23XM24), (B16XB17) X M19, (B16XB17) X M23A, (B16XB17) X (M27XM28) y (B16XB17) X M7 superan en rendimiento en un porcentaje de 157.3, 87.8, 86.3, 74.8, 63.9, 51.2 y 40.1 respectivamente al Criollo local; al híbrido H-129 lo superan en un porcentaje de 97.9, 44.4, 43.3, 34.4, 26.0, 16.3 y 7.8; sin embargo, solamente el híbrido (B16XB17) X M8 supera en rendimiento al híbrido H-133INIFAP. Se encontró también que el rendimiento más bajo de los híbridos de porte bajo correspondió al híbrido (B16XB17) X M7 y que su rendimiento representa un 61.6% del rendimiento del testigo H-133INIFAP. Esto nos muestra que existe variabilidad genética de los materiales utilizados, comportándose de una forma diferente ante las condiciones ambientales y los factores limitantes que se presentaron durante el desarrollo del cultivo; ya que de acuerdo con Márquez (1979) el rendimiento es la expresión fenotípica que depende del genotipo, ambiente que lo rodea y de la interacción de estos factores.

El rendimiento de los 20 genotipos osciló entre 3.1 y 8.1 ton por ha con un promedio de 5.3 ton por ha siendo notorio que los híbridos trilineales de porte bajo tuvieron un promedio de rendimiento superior en un 23.4% al de los híbridos comerciales recomendados para la región de -

Valles Altos. Tomando en cuenta que los híbridos de porte bajo están -
 formados por tres líneas autofecundadas y los híbridos comerciales pro-
 vienen de cuatro líneas autofecundadas, se conforma en cierta forma lo -
 dicho por Jugenheimer (1981) en el sentido de que las cruzas de tres el
 elementos tienden a ser más uniformes y a tener un rendimiento ligeramente
 superior que el de las cruzas dobles.

El promedio de rendimiento de los híbridos de porte bajo fue de 5800
 kg/ha y para los híbridos comerciales recomendados para Valles Altos de -
 4700 kg/ha; por lo que se infiere que los híbridos trilineales de porte -
 bajo manifiestan una buena adaptabilidad y capacidad de rendimiento en la
 región de Valles Altos bajo las condiciones que imperaron durante el ciclo
 de cultivo entre las cuales estuvo la falta de humedad durante las --
 primeras cinco semanas después de emerger la plántula y la nula fertilizaci
 ción; ya que según Arellano (1982) los factores ambientales que juegan un
 papel importante en la adaptabilidad son: predominantemente la temperatur
 ra, la humedad, el fotoperíodo y la fertilidad del suelo. Lo anterior --
 nos indica que a pesar de su diferente estructura genética y de las adves
 sidades ambientales los híbridos trilineales de porte bajo muestran un --
 buen rendimiento de grano y deben ser considerados para sembrarse en la -
 zona bajo condiciones más favorables ya que un alto rendimiento de grano
 puede ser logrado solamente cuando una combinación apropiada de variedad,
 ambiente y prácticas agronómicas es realizada conforme a lo manifestado
 por Yoshida (1972).

En el aspecto agronómico, el rango para todos los genotipos de altur
 ra de planta varía de 1.77 a 2.69 m y el de altura de mazorca de 0.99 a
 1.76 m y en promedio de 2.27 y 1.33 m respectivamente. Sin embargo, se

observó variación en las alturas, tanto de planta como de mazorca. En el caso de los híbridos trilineales de porte bajo se encontró que la altura de planta y de mazorca variaron entre 2.01 y 2.33 m y de 1.10 a 1.38 m, respectivamente; y los promedios de estas características fueron de 2.15 y 1.22 m respectivamente. En tanto que para los testigos comerciales la altura de planta y de mazorca variaron entre 1.97 y 2.69 m y de 1.12 a 1.76 m respectivamente; y los promedios de estas características fueron de 2.44 y 1.50 m respectivamente.

Observando la media de altura de planta y altura de mazorca de los genotipos probados, ésta es superior a la mayoría de los híbridos de porte bajo excepto para los híbridos (B16XB17) X M19 y (B16XB17) X (M23XM24), y es inferior a la de los híbridos recomendados para Valles Altos excepto para el híbrido H-30; lo que nos indica que la mayoría de los híbridos de porte bajo presentó un porte de planta intermedio y esto es debido a la influencia del carácter braquitismo. Los híbridos de porte bajo presentan prácticamente superioridad en rendimiento de grano respecto a los testigos Criollo, H-30 y H-129 excepto al H-133INIFAP, de lo cual se podría inferir que el carácter braquitismo aumenta significativamente el rendimiento. Al respecto, Poey (1973), señala que las plantas bajas con una área foliar similar a la de las plantas con porte alto tendrán una mayor eficiencia de translocación de los productos dentro de la planta, lo cual dá evidencia de que probablemente su eficiencia fotosintética fue más alta.

Ahora bien, los híbridos que tuvieron menor altura de planta y mazorca, podrían sembrarse en densidades de población más altas y se podría conseguir mayor rendimiento, pues se incrementaría el número de mazorcas

por unidad de superficie. Mock y Pearce (1975), citan que la densidad de población y los surcos estrechos son factores que influyen en la máxima utilización de radiación solar e indican que los genotipos de porte bajo son menos susceptibles a producir plantas jorras cuando se siembran en altas densidades de población. No es recomendable una altura de planta excesiva ya que ésta puede estar aunada a otras características como tallos delgados o sistema radicular débil, con lo cual la planta está pre dispuesta a la rotura de los tallos o al acame a causa de los fuertes vientos (Huerta, 1969).

Los híbridos trilineales de porte bajo de maíz al ser originados por una cruz simple y una línea autofecundada hace que el proceso de producción de semilla se facilite comparativamente contra híbridos dobles comerciales. En altura de planta así como de mazorca se ha definido los últimos años, que es deseable que los genotipos presenten menor altura de planta, con el fin de facilitar las operaciones de polinización que realizan los fitomejoradores al hacer cruzamientos ya sea para formar líneas autofecundadas, cruces simples, trilineales o dobles; por lo que no se dificulta el desespigamiento cuando se realiza la selección y multiplicación de semilla, además de facilitar la cosecha. En este aspecto se cumple con otra de las hipótesis planteadas en este trabajo.

Con respecto al número de días a floración masculina y femenina, los híbridos de porte bajo o intermedio muestran que sus medias se encuentran por abajo de la media general excepto el tratamiento (B16XB17) X M19. El testigo Criollo necesitó de 117 a 131 días a floración masculina y femenina. En tanto que el híbrido (B16XB17) X M8 sólo necesitó 103 y 109 días a floración masculina y femenina. El testigo comercial con más alto --

rendimiento, H-1331NIFAP, tuvo 108 y 120 días a floración masculina y femenina, con un intervalo en días entre floraciones de 12 días, y por otro lado el híbrido (B16XB17) X M8 tuvo un intervalo en días de 6 entre floración masculina y femenina. El número de días entre la antesis y la emisión de los estigmas de los híbridos de porte bajo es de un promedio de 6; por lo que puede decirse que queda casi asegurado que haya una buena polinización de las florecillas femeninas dado que existe disponibilidad de polen durante todo el período en que están emergiendo los estigmas y la diferencia en días entre la antesis y la emergencia de los estigmas es baja lo que asegura que haya coincidencia de ambas floraciones.

El híbrido (B16XB17) X M8, que superó el rendimiento del testigo H-1331NIFAP en 13.24% y fue 5 y 11 días más precoz en la floración masculina y femenina, mostró una altura menor en 56 y 44 cm en la altura de planta y mazorca. En este sentido se halló cierta tendencia a que los genotipos más tardíos en cuanto a floración presentaron mayor altura de planta y mazorca, lo que puede ser efecto de su período de crecimiento vegetativo más amplio, y como establece Major (1980), la altura de la planta es determinada por la duración del período de crecimiento vegetativo, puesto que las plantas de floración tardía poseen un mayor número de hojas y como consecuencia también tienen más entrenudos y por ello son más altas que las de floración precoz.

En general se observa que los genotipos de porte bajo muestran precocidad en la floración en relación a los testigos, por lo que se puede decir que esta característica tuvo un efecto significativo sobre los híbridos de porte bajo y se pudiera pensar que estos híbridos tienen etapas vegetativas, reproductiva y de llenado de grano más cortas que la de los

testigos, con lo cual y de acuerdo a los resultados puede ser que sean más eficientes en la producción de materia seca que los testigos (pues se detectaron diferencias estadísticas para la variable rendimiento entre los híbridos evaluados).

El porcentaje de materia seca varió de 55.27 a 79.64 para todos los genotipos. Los híbridos con mayor porcentaje tuvieron bajo rendimiento de grano excepto el híbrido trilineal de porte bajo (B16XB17) X M29 que expresó un 70.98% y tuvo un rendimiento de 49.6% más que el híbrido H-30 y 17% menos que el mejor testigo comercial. Los dos tratamientos que expresaron mayor rendimiento del total de híbridos evaluados mostraron relativamente alto porcentaje de materia seca, que fue de 64.31% para el híbrido trilineal de porte bajo (B16XB17) X MB y 64.26% para el híbrido doble comercial H-133INIFAP, por arriba de la media general.

Si se basa en seleccionar genotipos que produzcan gran cantidad de materia seca esperando lograr con ésto un mayor rendimiento de grano, no es conveniente desde el punto de vista genético, debido a que una mayor producción de materia seca por planta está relacionada con plantas vigorosas, con muchas hojas y de gran tamaño y gran altura de planta (Espinoza, 1985). Este tipo de planta no necesariamente son las más eficientes desde el punto de vista de producción de grano. Por lo tanto, convendría mejor tener plantas con poco follaje, de altura mediana (2 a 2.5 m), pero con una mayor eficiencia en el uso de los recursos ambientales para producir grano.

Siendo el rendimiento de grano en maíz lo que realmente interesa — agronómicamente, la relación grano/olote es fundamental como criterio de

productividad, por ello es importante determinar cuál de todos los trata
mientos es el que nos proporciona mayor cantidad de semilla.

Los tratamientos tanto de porte bajo como los testigos comerciales que resultaron estadísticamente iguales con el mayor rendimiento, mon
traron un porcentaje de grano de 75 a 77%, excepto el híbrido H-30 que resul
tó con 81%, pero fue de los de más baja producción de grano.

En mazorcas de maíz maduro y sano el 83% del peso corresponde al gru
no y el 17% al olote, pudiendo variar estas proporciones de acuerdo a la
variedad y a las condiciones del medio bajo las cuales se desarrolla la -
mazorca (Keisselbach, citado por Huerta, 1959).

La longitud de mazorca varió de 11.50 a 15.76 cm y el promedio de -
13.85 cm. Este carácter es considerado componente principal del rendimien
to de grano según El-Lakany y Russell (1971) y es fuertemente influenciado
por factores ambientales (Dauman, 1960). Por los resultados obtenidos se
puede decir que existe poca variación entre las variedades para este carac
terística.

Para el número de hileras por mazorca el rango varió de 11 a 18, te
niendo un promedio de 16. Los rendimientos más altos de grano se dieron
en el rango de 15 a 18 hileras por mazorca, solamente el Criollo registró
11. Entre los híbridos trifineales de porte bajo y los testigos comercia
les se observa un comportamiento parecido. Según Grafius (1960), este ca
rácter es considerado como uno de los componentes principales del rendi-
miento de grano y es poco afectado por la heterosis. Esta característica
está determinada desde la diferenciación de la mazorca y está en función
del tamaño de olote y ancho del grano.

Para la variable número de granos por hilera en los híbridos trillineales de porte bajo varió de 28.6 a 33 y para los híbridos dobles comerciales de 28 a 34 granos por hilera; por lo que se observa un comportamiento parecido para los dos tipos de híbridos. Como se mencionó antes la longitud de mazorca mostró diferencia significativa entre variedades, lo cual concuerda con lo encontrado para el número de granos por hilera, ya que el número de granos por hilera está determinado en parte por la longitud de la mazorca y por el tamaño del grano según Espinosa (1985). El número de granos por hilera puede variar con la variedad y con los cambios ambientales, sobre todo por la disminución del espaciamiento entre matas y cantidad de nitrógeno disponible (Tanaka y Yamaguchi, 1977).

La cantidad final de granos por mazorca está determinada por una serie de factores fisiológicos que ocurren en la planta, así como por el control de éstos por mecanismos hormonales aún cuando todos los elementos necesarios estén presentes, así como la disponibilidad de fotosintatos - los cuales son translocados al grano en crecimiento desde la fecundación del óvulo hasta la madurez fisiológica del grano. De esta manera, el número total de granos por mazorca y por consecuencia el rendimiento puede reducirse después de que ocurre la fecundación del óvulo, puesto que un óvulo fertilizado no necesariamente se transforma en un grano normal (Espinosa, 1985).

VI. CONCLUSIONES

1. Los híbridos de porte bajo trilineales y dobles (B16XB17) X M8, (B16XB17) X M29, (B16XB17) X (M23XM24), (B16XB17) X M19, (B16XB17) X M23A, (B16XB17) X (M27XM28) y (B16XB17) X M7 superan en rendimiento en un porcentaje de 157.3, 87.8, 86.3, 74.8, 63.9, 51.2 y 40.1 respectivamente al Criollo local; al híbrido H-129 lo superan en un porcentaje de 97.9, 44.4, 43.3, 34.4, 26.0, 16.3 y 7.8 respectivamente.
2. Del total de híbridos probados el mejor resultó ser el híbrido trilineal de porte bajo (B16XB17) X M8 que rindió un 13.24% más que el mejor testigo H-133INIFAP.
3. Los híbridos trilineales de porte bajo tuvieron un promedio de rendimiento superior en un 23.4% al de los híbridos comerciales recomendados para Valles Altos.
4. Los híbridos de porte bajo tuvieron promedios para altura de planta y mazorca de 2.15 y 1.22 m respectivamente. En tanto para los híbridos dobles recomendados para Valles Altos los promedios de altura de planta y mazorca fueron 2.44 y 1.50 m respectivamente.
5. El híbrido de porte bajo (B16XB17) X M8 tuvo una altura de planta y de mazorca menor en 56 y 44 cm respectivamente, que el híbrido doble H-133INIFAP.
6. Los híbridos trilineales y dobles de maíz de porte bajo presentan alturas de planta deseables entre 2.00 y 2.50 m, facilitando así el desespigamiento.

7. El número de días, en promedio, para los híbridos de porte bajo, a floración masculina, floración femenina y para el intervalo entre floraciones es de 103, 109 y 6.
8. El número de días, en promedio, para los híbridos testigos a floración masculina, floración femenina y para el intervalo entre floraciones es de 106, 116 y 10.
9. El híbrido de porte bajo (B16XB17) X M8, fue 5 y 11 días a floración masculina y floración femenina más precoz que el testigo H-1331NIFAP.
10. El promedio de rendimiento de los híbridos de porte bajo, fue de 5800 kg/ha y para los híbridos comerciales recomendados para Valles Altos de 4700 kg/ha.
11. Puede decirse que entre los genotipos evaluados, los híbridos de porte bajo, muestran un rendimiento de grano aceptable, mayor precocidad y con mejor apariencia y características agronómicas que los testigos (Híbridos comerciales y Criollo).

VII. LITERATURA CITADA

- Alarcón, L. F. A. 1981. Caracterización agronómica de líneas S₄ e híbridas de cruce simple en maíz. Tesis Profesional. UANL. Monterrey, Nuevo León, México. pp. 5, 14.
- CIAT. 1983. Metodología para obtener semillas de calidad: arroz, frijol, maíz, sorgo. Compilado y editado por: Unidad de semillas del CIAT con la cooperación del comité técnico regional de semillas de América Central y el Caribe. CIAT. Cali, Colombia. 194 p.
- Arellano, V. J. L. 1982. Presentación sobre metodologías de la investigación en maíz. CAEVAMEX. Chapingo, México. pp. 26-28.
- _____. 1984. Problemática de la producción de maíz y logros en su mejoramiento genético en la Mesa Central de México. Revista Chapingo, Año 9, Nos. 43/44, pp. 19-30.
- Badillo, R. E. 1981. El sistema de semillas certificadas en México. Tesis de Maestría. C. P., Chapingo, México.
- Barrales, D. J. S. 1983. Ensayos de familias de maíz bajo temporal en Valles Altos y relaciones termopluviométricas. Tesis de Maestría, C. P., Chapingo, México. 91 p.
- Bauman, F. L. 1960. Relative yields of first (apical) and second ears of semi-prolific southern corn hybrids. Agron. J. 52: 220-222.
- Brauer, O. 1969. Filogenética aplicada. Ed. Limusa. México. 518 p.
- Carballo, C. A. 1979. Variedades en: Informe de actividades del grupo interdisciplinario de maíz. Campo Agrícola Experimental Valle -

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

59

de México. CIAMEC, INIA, SARH.

Caro, V. F. 1987. Estudio metodológico para determinar fórmulas óptimas de producción de semilla de maíz de buena calidad. Tesis de Maestría. C. P., Chapingo, México. 80 p.

Castro, G. M. 1973. Maíces super enanos para el Bajío. Boletín técnico. Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro". Saltillo, Coah. México.

Daubenmire, F. R. 1982. Ecología vegetal; tratado de autoecología de -- plantas. 3a. ed. Limusa. México. 496 p.

De La Loma, J. L. 1966. Genética general y aplicada. 3a. ed. UTEHA. México. 521 p.

Deolarte, M. C. G. 1984. Evaluación del rendimiento del cultivo de trigo (Triticum aestivum L.) bajo cuatro fórmulas de fertilización en la F. E. S. Cuautitlán. Tesis Profesional FES-C, UNAM. Cuautitlán Izcalli, Méx. 88 p.

Depto. de Agricultura de los Estados Unidos. 1979. Semillas. 6a. ed. - traducido por A. Marino y P. Rodríguez. CECSA. México. p. 127.

Dungan, H. G., A. L. Lang, and J. W. Pendleton. 1958. Corn plant population in relation to soil productivity. Adv. in Agronomy. 10: 454-467.

El-Lakany, A. M. and W. A. Russell. 1971. Relationship of maize characters with yield in testcrosses of inbreds at different plant densities. Crop Science. 11: 698-701.

- Espinosa, C. A. 1985. Adaptabilidad, productividad y calidad de líneas e híbridos de maíz (Zea mays L.). Tesis de Maestría. C. P., Chapingo, México.
- Espinosa, P. N. 1985. Rendimiento de grano y componentes de rendimiento de tres variedades de maíz (Zea mays L.). Tesis de Maestría. C. P., Chapingo, México. 112 p.
- Evans, T. L. 1983. Fisiología de los cultivos, traducido por Héctor González Idiarte, edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. p. 39.
- Fleming, A. A. 1971. Performance of stocks within long-time inbred lines of maize in test crosses. *Crop Sci.* 11: 620-622.
- Galván, C. F. 1977. Efecto de la colocación de la hoja en el rendimiento en grano del maíz super enano br-2 (Zea mays L.) y estudio -- comparativo entre maíz super enano br-2 y maíz normal. Tesis de Maestría. Univ. Aut. Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coah., Méx. 59 p.
- García, E. 1961. Modificaciones al sistema de clasificación climática - de Köppen adaptado a la República Mexicana. 3a. ed. Editado por el Instituto de Geografía de la UNAM. México.
- Grafiua, E. J. 1960. Does overdominance exist for yield in corn?. *Agron. J.* 52:361.
- Green Jr. V. E. 1955. Asociación de altura de planta y cosecha en maíz tropical. *Turrialba.* 5: 83-90.

- Gutiérrez, E. del R. 1976. Efecto de la remoción foliar en el rendimiento en grano del maíz super enano AN-360. Tesis de Maestría. UAAN. Buenavista, Saltillo, Méx.
- Guzmán, S. C. A. 1977. Evaluación de 16 variedades de híbridos de maíz - de plantas cortas y su respuesta a la aplicación foliar de fósforo. Tesis Profesional. ITESM. Apodaca, Nvo. León, Méx. 70 p.
- Hatfield, A. L., G. R. Benoit, and J. L. Ragland. 1965. The growth and yield of corn. IV. Environmental effects on grain yield components of mature ears. *Agron. J.* 57: 293-296.
- Holt, R. F. and D. R. Timmons. 1968. Influence of precipitation, soil - water, and plant population interactions on corn grain yields. - *Agron. J.* 60: 379-381.
- Huerta, N. R. 1969. Influencia de la densidad de población, distancia entre surcos y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento y otras características de los híbridos H-125 y H-129 en Chapingo, Méx. Tesis de Maestría. C. P., Chapingo, México.
- Jenkins, M. T. 1948. The hybrid corn of tomorrow. *Crops and Soils*. 1(2): 18-20.
- Jugenheimer, W. R. 1981. Maíz; variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Limusa, México. 841 p
- Katto, Y. S. and M. G. Castro. 1970. Some reasons for depressed yields in dwarf corns. *Maize genetics new letter*. 44: 24-25.
- Leng, E. R. 1954. Effects of heterosis on the major components of grain yield in corn. *Agron. J.* 46: 502-505.

- Livera, M. M. 1979. Adaptación y adaptabilidad de genotipos de sorgo -- (Sorghum bicolor L. Moench) tolerantes al frío. Tesis de Maestría. C. P., Chapingo, México. 142 p.
- 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 Maestría. C. P., Chapingo, México.
- Mabo, Z. P. 1980. Heterosis in maize hybrids in relation to the number of grain rows in the parental forms. Plant breed. abs. 50 (6): - 425.
- Major, D. J. 1980. Environmental effects on flowering. In hibridization of crop plants. pp: 1-15 ASA, USA.
- Márquez, S. F. 1979. El problema de la interacción genético ambiental en genotecnia vegetal. Patena, A. C., Chapingo, México.
- _____. 1985. Genotecnia vegetal. AGT editor. Tomo I. México. p. 5.
- Mata, B. I. 1973. Maíces super enanos para el Bajío mexicano. Tesis Profesional. Esc. Sup. de Agr. "Antonio Narro".
- Mock, J. J. and R. B. Pearce. 1975. An ideotype of maize. Euphytica. 24: 613-623.
- Molina, G. L. 1959. Comportamiento de un carácter de enanismo en maíces tropicales. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Mukherjee, B. K., E. S. Pandeya, and N. L. Dhawan. 1971. Genetic studies in varieties of maize. II. Genetic analysis of certain ear and

- Peñuelas, F. M. A. 1976. Evaluación de variedades de maíz de planta alta y planta corta cultivadas en la primavera de 1976 en Apodaca, N. L. Tesis Profesional. ITESM. Apodaca, Nuevo León. 49 p.
- Poehlman, M. J. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Décima reimpresión. Limusa. México. pp. 263-300.
- Poey, D. F. 1973. Las características del maíz son como las del ganado; se heredan. Agr. de las Américas. Año 22, No. 11. pp. 8-10.
- Ramírez, V. P. 1973. Comparación del potencial de rendimiento entre híbridos tropicales enanos y normales de maíz. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, México. 112 p.
- Reeves, S. A., Jr. 1975. Influence of row spacing and planta population on yield of dwarf and field corn. Plant breed. Abst. 45(1): 20.
- Reyes, C. P. 1980. NLVS-1E nueva variedad de maíz de planta corta para las tierras bajas de Nuevo León. ITESM. Monterrey, México. p. 6.
- _____. 1984. Diseño de experimentos aplicados. 2a. ed. Tercera reimpresión. Trillas. México.
- Ríos, R. H. A. 1989. Efecto del orden de cruzamiento en el rendimiento y producción de semilla de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de riggo. Tesis Profesional. FES-C, UNAM. Edo. de México. 38 p.
- Rivera, G. J. A. 1970. Efecto de la selección masal para altura de mazorca sobre otros caracteres en dos variedades de maíz. Tesis de Maestría. C. P., Chapingo, México.

- Runge, E. C. A. 1968. Effects of rainfall and temperature interactions during the growing season on corn yield. *Agron. J.* 60: 503-507.
- Sandoval, S. A. A. 1964. Heterosis y componentes del rendimiento de ocho cruzaa raciales de maíces mexicanos y del Caribe. Tesis de Maestría. C. P. Chapingo, Méx. 35 p.
- Sierra, M. M. 1983. Transferencia de genes de enanismo en variedades - precoces de maíz (*Zea mays* L.) de clima caliente seco. Tesis de Maestría. ITESM. México. pp. 24-27.
- Tanaka, A. y J. Yamaguchi. 1977. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Traducido por - J. Kohashi Shibata. C. P., Chapingo, México. 124 p.
- Tomozei, I. 1973. Heritability of the main yield component of maize. -- *Plant breed. abst.* 43(7): 402.
- Weatherspoon, J. H. 1970. Comparative yields of single, three way, and double crosses of maize. *Crop Sci.* 10: 157-159.
- Williams, W. 1955. Principios de genética y mejora de las plantas. Edit. Acribia. Zaragoza, España. p. 378.
- Yoshida, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. *An. Rev. Plant Phys.* 23: 437-439.
- Zozulya, A. L. 1989. Correlation between characters reflecting potential yield in maize. *Plant breed. Abs.* 50(5): 332-333.