



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLAN



**"CAPACIDAD PRODUCTIVA DE HIBRIDOS TRILINEALES
EXPERIMENTALES DE MAIZ (*Zea mays* L.), PUMAS
EN VALLES ALTOS"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
RAFAEL MARTINEZ MENDOZA

ASESORES:

M.C. MARGARITA TADEO ROBLEDO

M.C. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERON

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



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

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

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

"Capacidad productiva de híbridos trilineales
experimentales de maíz (Zea mays L.), PUMAS
en Valles Altos".

que presenta el pasante, Rafael Martínez Mendoza
con número de cuenta: 8213453-2 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola

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

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 7 de abril de 1994

PRESIDENTE	M.C. Margarita Tadeo Robledo	<i>Margarita Tadeo Robledo</i>
VOCAL	M.C. Alejandro Espinosa Calderón	<i>Alejandro Espinosa Calderón</i>
SECRETARIO	Ing. Guillermo Basante Butrón	<i>Guillermo Basante Butrón</i>
PRIMER SUPLENTE	M.C. Juan Virgen Vargas	<i>Juan Virgen Vargas</i>
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Francisco Javier Vega Martínez	<i>Francisco Javier Vega Martínez</i>

UNA PLANTA ES COMO UN HOMBRE OBSTINADO,
DEL QUE PODEMOS OBTENER TODO LO QUE QUERAMOS,
A CONDICIÓN DE QUE LO TRATENOS A SU MODO.

GOETHE.

AGRADECIMIENTOS

A México por haber tenido la dicha de nacer en su territorio.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de tener una profesión.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por haber proporcionado la parcela para la realización del presente experimento. Y al Ingeniero Miguel Farías por la oportuna preparación del terreno.

A la Carrera de Ingeniería Agrícola por haber contribuido a mi formación y al fortalecimiento de mi espíritu por medio de la convivencia con los hombres del campo mexicano.

Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), y especialmente al Dr. James Lotrhop por el material genético proporcionado.

A la M.C. Margarita Tadeo Robledo por su sugerencia para la realización de esta tesis, y por su paciencia, apoyo y ejemplo para la terminación de la misma.

Al M.C. Alejandro Espinosa Calderón por su estímulo, apoyo y gran contribución para poder terminar este trabajo.

Gracias a ambos por su confianza.

A los miembros del jurado:

M.C. Margarita Tadeo Robledo.

M.C. Alejandro Espinosa Calderón.

Ing. Guillermo Basante Butrón.

M.C. Juan Virgen Vargas.

Ing. Francisco Javier Vega Martínez.

Por sus correcciones, sugerencias y aportaciones para la mejor presentación de este trabajo.

A todos los maestros que contribuyeron a mi formación, especialmente al Ing. Alfonso Delgado Antúnez, al Ingeniero Edgar Ornelas Díaz y al M.C. Edvino J. Vega Rojas.

Al Ingeniero Gustavo mercado Mancera por haberme proporcionado datos climatológicos de la FES-Cuautitlán.

A la Señorita. Patricia Romero por su gran ayuda en la impresión de ésta tesis.

A todos mis amigos: José Guadalupe, Felipe, Alfredo, Fco. Javier, José Luis, Tranquilino, Lulú, Luis Javier, Pepe, Angel Velay, Fortino, Norma, Miriam, Ricardo, Hugo, Miguel Rosas, Erwin, Bety, Gema, Gaby, Humberto.

También amigos y que hicieron su tesis al mismo tiempo: Ing. Juan Ramírez Torres y Augusto Angel Torres.

Y otros que ellos saben quien son.

Gracias por brindarme su amistad en y después de estudiar la carrera.

Y especialmente al Ingeniero Angel Píña del Valle por su amistad y apoyo incondicional en todo momento.

DEDICATORIA

A ti papá, Luis Martínez Hurtado, por todo tu apoyo, cariño y comprensión, para que yo lograra tener una profesión y como decías tú "se alguien en la vida y salir adelante", a tú memoria, en donde quiera que estes, no te olvidaremos.

A ti mamá, Juana Mendoza Juárez, por todo tu cariño, apoyo y comprensión a lo largo de mi vida, para que yo lograra a ser lo que soy. Gracias.

A mis hermanas: Ana Luisa, Carmen , Yolanda y Lourdes.

A mis hemanos: Enrique, Jorge, Luis, Alejandro y Rosendo.

Por su apoyo y comprensión.

A mi cuñado Santiago, a mi sobrina Susana, y los que vienen.

A todos mis familiares, principalmente mis tías Consuelo, Juana y Francisca.

A mis amigos, compañeros y maestros de la carrera de Ingeniería Agrícola.

INDICE

	Pág.
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos	3
1.2. Hipótesis	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Endogamia	4
2.2. Heterosis	5
2.3. Maíz híbrido	6
2.3.1. Producción de maíz híbrido	8
2.3.2. Clases de híbridos	9
2.3.2.1. Híbridos de cruza simple	9
2.3.2.2. Híbridos de tres líneas	10
2.3.3.3. Híbridos de cruza doble	11
2.4. Adaptación y precocidad	12
2.4.1. Valles Altos	12
2.4.2. Adaptación y precocidad	14
III. MATERIALES Y METODOS	21
3.1. Localización	21
3.2. Condiciones ambientales	21
3.3. Material genético	22
3.4. Diseño experimental	22
3.5. Análisis estadístico	22
3.6. Manejo agronómico	24
3.6.1. Siembra	24
3.6.2. Fertilización	24
3.6.3. Control de maleza	24
3.6.4. Cosecha	24
3.7. Variables registradas por parcela	25
3.7.1. Días a floración masculina	25
3.7.2. Días a floración femenina	25
3.7.3. Altura de planta	25
3.7.4. Altura de la mazorca	25
3.7.5. Acame de tallo	25

3.7.6.	% de cuateo	26
3.7.7.	Número de plantas cosechadas	26
3.7.8.	Días a madurez	26
3.7.9.	Mazorcas buenas y mazorcas malas	26
3.7.10.	Calificación de mazorca	26
3.7.11.	% de materia seca	26
3.7.12.	Longitud de mazorca	27
3.7.13.	Número de granos / hilera	27
3.7.14.	Diámetro de olote	27
3.7.15.	Peso de 200 granos	27
3.7.16.	% de grano	27
3.7.17.	Peso volumétrico	28
3.7.18.	Rendimiento	28
IV.	RESULTADOS	29
	4.1. Análisis de varianza	29
	4.2. Comparación de medias	29
V.	DISCUSION	39
VI.	CONCLUSIONES	45
VII.	BIBLIOGRAFIA	46

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.

Pág.

CUADROS

- Cuadro 1.* Híbridos PUMAS trilineales de maíz evaluados en comparación con dos híbridos simples testigos en Cuautitlán, México. 23
- Cuadro 2.* Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMAS en Cuautitlán, México, 1992. 30
- Cuadro 3.* Comparación de medias (Tukey 0.05) de rendimiento, días a floración masculina y femenina, y madurez fisiológica de híbridos trilineales de maíz PUMAS evaluados en FES-Cuautitlán UNAM. 32
- Cuadro 4.* Comparación de medias (Tukey 0.05) de altura de planta y mazorca, y acame de híbridos trilineales de maíz PUMAS evaluados en FES-C UNAM. 35
- Cuadro 5.* Comparación de medias (Tukey 0.05) de longitud de mazorca, % de cuateo, peso de 200 granos y peso volumétrico de híbridos trilineales de maíz PUMAS evaluados en FES-Cuautitlán UNAM. 37

FIGURAS

- Figura 1.* Comparación de medias de rendimiento de híbridos trilineales de maíz PUMAS evaluados en Cuautitlán, México. 33

RESUMEN.

En el año de 1992, durante el ciclo primavera-verano se llevó a cabo la evaluación de un grupo de híbridos de maíz generados en la Cátedra de "Semillas" de la carrera de Ingeniería Agrícola de la FES-Cuautitlán, los cuales contienen germoplasma del CIMMYT y de la UNAM.

El objetivo del trabajo fue determinar la capacidad de producción de híbridos trilineales de la UNAM en comparación con un híbrido simple del CIMMYT y otro del INIFAP, así como el de definir las perspectivas de su uso comercial en Valles Altos, ante la necesidad de generar nuevos híbridos que con mayor capacidad de rendimiento a los que se utilizan localmente, respondan a las exigencias de los productores de la región.

Fueron 23 híbridos trilineales, uno de ellos fue el PUMA 1157 y otro el PUMA 1079, el resto fueron PUMA E1.....PUMA E21, utilizándose como testigos, un híbrido simple del CIMMYT y otro del INIFAP (H-34).

La siembra se realizó el 12 de mayo de 1992, en las parcelas de la FES-Cuautitlán. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones. La parcela útil y experimental consistió en un surco de 5 metros x 0.8 metros. La dosis de fertilización fue de 200-70-40. La densidad de población fue de 62 500 plantas/hectárea. Se cosechó el 17 de diciembre de 1992. Todo el experimento se desarrolló bajo condiciones de temporal.

Se llevó a cabo un análisis de varianza y comparación de medias por el método de Tukey al 0.05 de probabilidad para cada una de las variables evaluadas, las cuales fueron: rendimiento, días a floración masculina y femenina, días a madurez fisiológica, altura de planta y mazorca, longitud de mazorca, % de cuateo, peso de 200 granos y peso volumétrico.

Los resultados indican que los híbridos trilineales PUMA 1157, PUMA E18, PUMA E17 y PUMA E19 superaron estadísticamente a los híbridos simples testigos en cuanto a capacidad de rendimiento.

Además mostraron menor altura de planta y mazorca, lo cual les da ventaja en relación con tolerancia al acame así como en aspectos de manejo agronómico y cosecha.

En general los híbridos PUMAS más rendidores mostraron un ciclo más tardío que los testigos, pero dado su nivel productivo es factible el utilizarlos en la zona de Cuautitlán de los Valles Altos. Aunque sería conveniente el evaluar los híbridos PUMAS dividiéndolos en base a su ciclo vegetativo y comparando los híbridos tardíos con un maíz de riego.

I.INTRODUCCION.

Producto del crecimiento poblacional, la necesidad de producir altos volúmenes de alimentos día a día es mayor, de tal forma que se han buscado diversas alternativas con el objetivo de satisfacer la demanda alimenticia. Durante la primera mitad del presente siglo, la apertura de nuevas tierras para la agricultura fue la mejor opción para generar más granos, sin embargo, en las últimas cuatro décadas es imperativo el incremento de la productividad basada en mayor producción por unidad de superficie. (Martínez, 1991).

El cultivo del maíz tiene profundas raíces en la historia de la agricultura, y es el elemento fundamental de la política de desarrollo socioeconómico del campo mexicano. Es la más importante fuente de empleo y de ingreso para la población rural y uno de los principales componentes de la alimentación del mexicano.

El maíz se cultiva bajo diversos sistemas de producción, que abarcan desde el más alto nivel tecnológico en varios estados (Tamaulipas, Sonora, Sinaloa, etc.) hasta una explotación de subsistencia y de limitado uso de insumos. Este cereal se ha convertido en una fuente de alimentación de primordial importancia para la población mundial ocupando el tercer lugar en la producción global después del trigo y el arroz. (Arenas, 1991).

Considerando el impacto preponderante que el maíz tiene en la dieta, resulta a todas luces fundamental para garantizar la seguridad y la soberanía alimentaria de México, por lo que es imprescindible sostener los niveles apropiados de producción y las reservas estratégicas que permitan garantizar la disponibilidad y acceso de este producto, especialmente en beneficio de las clases que menos tienen. (Torres, 1991).

En México cada año se siembran alrededor de 7.5 millones de

hectáreas de maíz con una producción media de 1.9 toneladas por hectárea. En 1990 se produjeron un total de 14 635 439 toneladas. (Jaramillo, 1992).

Las áreas de temporal representan el 85% de la superficie total sembrada con maíz en México que asciende a alrededor de seis millones de hectáreas. Sus problemas se relacionan principalmente con: precipitación pluvial insuficiente y errática; períodos cortos de crecimiento libres de heladas, principalmente en la región del Altiplano Central y la parte norte del país, que limitan el período de cultivo a sólo 120 días. (Samayoa, 1992).

Esto afecta principalmente las variedades tardías, las cuales cuando se desarrollan bajo condiciones óptimas superan en producción de grano a aquellos de ciclo intermedio y precoz. Por ello es necesario generar híbridos precoces con buen potencial de rendimiento, y que además de escapar a esas condiciones adversas exploten en forma óptima el alto potencial de rendimiento de las áreas de riego y de muy buen temporal de los Valles Altos (2200-2600 msnm), las primeras representadas por 300 mil hectáreas y las segundas por una fracción más importante. De tal forma que su productividad al aprovechar de una manera más óptima esas áreas sea mayor que la de los materiales que se utilicen localmente.

Entre los híbridos que se utilizan en la zona están: H-28, H-30, H-32, H-33 y H-34, siendo este último el más utilizado actualmente (1992), ya que además de adaptarse muy bien, su potencial de rendimiento es superior a las 8 toneladas por hectárea, es de precocidad intermedia (170 días a madurez) y 87 días a floración, en altitudes de 2200-2350 msnm; con una altura de planta de 2.5m y de mazorca de 1.5, muestra resistencia a la roya y al tizón.

En los últimos dos años, en Valles Altos se ha incrementado la participación de empresas y entidades que efectúan mejoramiento genético para tratar de ofrecer híbridos y variedades de maíz que

presenten una alternativa para la producción de este cultivo en esta zona, respaldados por la nueva ley de semillas, en la cual se concede oportunidad para investigación a cualquier entidad. En este sentido en la Cátedra de "Semillas", se formaron diversos híbridos, un grupo de los cuales fue evaluado en 1992, en éstos híbridos participa germoplasma de CIMMYT como progenitores además de líneas de la UNAM, es éstos ensayos se colocaron como testigos, un genotipo del INIFAP y otro del CIMMYT, a fin de valorar la capacidad productiva de los maíces desarrollados en la FES-Cuautitlán, UNAM.

En este trabajo se establecieron los siguientes objetivos:

1.1.OBJETIVOS.

- 1.- Evaluar la capacidad de producción de híbridos trilineales de la UNAM en comparación con un híbrido simple del CIMMYT y otro del INIFAP.
- 2.- Definir las perspectivas de uso comercial de los híbridos trilineales de maíz de la UNAM en Valles Altos.

1.2.HIPOTESIS.

- 1.- Dentro de los híbridos de maíz de la UNAM, denominados PUMAS, algunos superan de manera significativa a los híbridos comerciales en uso.
- 2.- Es factible el uso de los híbridos PUMAS en base a su nivel productivo y características agronómicas.

II. REVISION DE LITERATURA.

Los grandes logros en el mejoramiento de plantas han tenido como base la explotación comercial de dos hechos biológicos, la Endogamia y la Heterosis. (Reyes, 1990).

2.1. Endogamia.

El término Endogamia indica una forma de apareamiento entre individuos más o menos emparentados. Es decir, es causada por el cruzamiento entre parientes, lo que da lugar a denominaciones, como cruza fraternales, cruza de medios hermanos, cruza de hermanos completos, etc.; todo esto provoca un fenómeno de depresión en vigor, altura y rendimiento de una planta en comparación con sus progenitores. (Reyes, 1985; Espinosa, 1982).

Espinosa (1982) indica que la forma más eficaz para propiciar la endogamia en maíz es efectuando autopolinizaciones, las cuales se realizan mediante polinización controlada; dicho proceso conduce a la obtención de líneas cada vez menos vigorosas, las cuales pueden ser aparentemente homocigóticas en un período de cinco a siete generaciones.

Agrega que, aproximadamente, la mitad de la reducción total del vigor se obtiene en la primera generación autofecundada, el resto se registra por mitad en cada generación sucesiva, después de la cuarta autofecundación se consigue una homocigosis mayor del 80%.

Los efectos de la Endogamia en las plantas individuales de las primeras generaciones son:

- Disminución del vigor.
- Reducción de la altura.
- Tendencia a producir chupones.

- Plantas deformes, albinas.
- Susceptibilidad al acame y enfermedades, y otras características desfavorables.

Las plantas defectuosas se desechan y solamente se autofecundan en cada generación las plantas agrónomicamente sobresalientes. (Espinosa, 1982; Reyes, 1985).

Sin embargo, la Endogamia no es tan negativa como parece ser, ya que gracias a ella es que se obtienen líneas puras, y es este el punto de partida para la producción de maíz híbrido mediante el fenómeno de la heterosis (vigor híbrido).

Con la Endogamia se logra, y específicamente con las autofecundaciones, la fijación de caracteres convenientes en una condición homocigótica, con objeto de que las líneas se puedan conservar sin que sufran cambios genéticos y que además se puedan aprovechar sus características en combinación con otras mediante la heterosis, lo que resultará en plantas muy uniformes y de mayor vigor que las variedades progenitoras de las líneas. (Espinosa, 1985; Reyes, 1990).

2.2.Heterosis.

La Heterosis es un fenómeno en el cual el cruzamiento de dos variedades produce un híbrido que es superior en crecimiento, tamaño, rendimiento o en vigor general. (Jugenheimer, 1990).

Es un término producto de la contracción de "estímulo de la heterocigosis". (Jugenheimer, 1990).

Comúnmente se usa como sinónimo de vigor híbrido. (Reyes, 1990).

Shull (citado por Jugenheimer, 1990), define a la Heterosis como

el incremento en vigor respecto al mejor progenitor de la generación F1.

La heterosis tiene por consecuencia el estímulo general de la planta híbrida, dando como resultado el incremento de los rendimientos, madurez precoz, mayor resistencia a enfermedades e insectos, plantas más altas, mayor número y peso de los frutos, incremento del tamaño o del número de partes de la planta o de otras características externas o internas. (Jugenheimer, 1990).

Dentro de las teorías que explican el vigor híbrido la más aceptada es la que lo explica como la interacción de genes dominantes, ya que, considera que el vigor híbrido resulta de la acción de genes dominantes, cada uno de los cuales aporta un pequeño incremento al rendimiento final, por lo que se manifiesta si se logra la reunión de dos conjuntos de genes dominantes favorables que se complementen. (Poehlman, 1981).

La explotación comercial del "vigor híbrido" data desde los tiempos bíblicos. La explotación en plantas en grandes áreas se inicia en la década de los 30's con la formación del "maíz híbrido" en la Faja del Maíz de E.U. (Reyes, 1990).

2.3.MAIZ HIBRIDO.

El maíz híbrido es la contribución más importante que el mejoramiento genético ha hecho a la producción de alimentos en el siglo XX. (Claure, 1990).

Y es que como señala Jugenheimer (1990), el maíz es adecuado para la investigación genética, ya que la planta es fácil de cultivar, se adapta a un amplio rango de condiciones ambientales y posee gran número de variaciones hereditarias diferentes; además la endocria o el cruzamiento son simples y rápidos (la planta presenta 95% de polinización cruzada), y pueden obtenerse cientos de granos en una

mazorca a partir de una sola polinización en un tiempo relativamente corto. Muchos principios fundamentales se han establecido o verificado a través de la investigación del maíz.

Esto lo permite la estructura morfológica de las inflorescencias estaminadas y pistiladas del maíz y el que estén distanciadas dentro de la misma planta, lo que hace que el maíz sea una especie excepcionalmente adecuada para controlar la autofecundación o los cruzamientos y por lo tanto para la producción de líneas puras y de semilla híbrida. (Alemán, 1981).

Por todas estas características, aunado al conocimiento que se tiene del cultivo del maíz, los fitomejoradores han podido obtener cada vez más y mejores híbridos que se recomiendan para su uso comercial por los agricultores para que logren cosechas satisfactorias.

A pesar de que el mejoramiento genético en maíz comenzó hace mucho tiempo, el gran paso se dió cuando Shull y East entre 1904 y 1906, cada uno por su parte describen la importancia de la endogamia, descubren el fenómeno de la heterosis (vigor híbrido), y forman híbridos simples, y por lo tanto ya se puede hablar de maíz híbrido como tal y de una mejora considerable en el rendimiento. (Reyes, 1990). Cosa que no sucedía antes de esto, ya que por la misma naturaleza heterocénea del maíz, es decir, no había uniformidad de plantas, ya que unas rendían más que otras; y con el descubrimiento del maíz híbrido, se dispuso de un método por medio del cual se pudiera controlar debidamente el genotipo, a fin de que sólo se produjeran plantas de alto rendimiento en un determinado campo de maíz. (Poehlman, 1981).

Para 1918, Donald F. Jones (citado por Reyes, 1990), sugiere la formación de híbridos dobles en la producción comercial de semillas mejoradas de maíz, ya que la producción de cruza simples (AxB)F₁, propuesta por Shull, resultaba escasa y cara, y, por el contrario, el híbrido doble (AxB) (CxD) o cruza de dos híbridos simples F₁, era más abundante y redituable para las compañías productoras.

En 1928 Henry Wallace comercializa la cruz a doble del maiz en el Corn Belt de E.U. (Reyes, 1990).

Sin embargo, señala Poehlman (1981), no fue sino hasta cerca del año de 1940 cuando los híbridos se utilizaron en forma extensa en la Faja del Maiz de E.U. Ya que se llevaron varios años en la formación de líneas que produjeran híbridos con alto potencial de rendimiento adaptados a las diferentes zonas de producción de maiz.

La producción de semilla de cruz a simple se suspendió al surgir la tecnología de la cruz a doble, comenta Reyes (1990), pero en 1960 se obtuvieron líneas y por ende híbridos de cruz a simple con buena capacidad productiva, por lo que actualmente en E.U. y en otros países se están produciendo grandes cantidades de híbridos de cruz a simple.

El mismo autor nos indica que existen estudios que indican que ha habido un incremento en el uso comercial de cruces simples y de tres líneas en la actualidad.

Concepto de maiz híbrido.

El maiz híbrido es la primera generación de una cruz a entre líneas autofecundadas (Poehlman, 1981).

2.3.1. Producción de maiz híbrido.

La producción de maiz híbrido involucra:

- a) La obtención de líneas autofecundadas, por autopolinización controlada.
- b) La determinación de cuales de las líneas autofecundadas pueden combinarse en cruces progresivas.
- c) Utilización comercial de las cruces para la producción de

semilla.

2.3.2. Clases de híbridos.

Una vez producida la línea pura por autofecundación durante un período de 5 a 6 años, y seleccionadas aquellas que han producido más, o bien aquellas que tienen una mejor aptitud combinatoria, se procede a realizar los cruzamientos que pueden conducir a un híbrido simple, llamado también "single cross", a un híbrido doble o de "cuatro vías" o a un híbrido de "tres vías". (Bartolini, 1990).

2.3.2.1. Híbridos de cruza simple.

Un híbrido de cruza simple es la descendencia híbrida de dos líneas autofecundadas. (Poehlman, 1981).

Una cruza simple superior recupera el vigor y la productividad que se perdió durante el proceso de autofecundaciones y será más vigorosa y productiva que la variedad progenitora original de polinización libre, de la que se obtuvieron las líneas autofecundadas. No todas las combinaciones de líneas autofecundadas producen cruza simples superiores. (Poehlman, 1981).

Las cruza simples tienden a ser de rendimiento ligeramente mayor y más uniformes en las características de la planta y la mazorca que otros tipos de híbridos, ya que en los primeros el fenómeno de la heterosis se manifiesta en su máximo grado. (Jugenheimer, 1990; Bartolini, 1990).

El híbrido de cruza simple al provenir de dos líneas puras es de base genética limitada, ya que esas líneas tienen una nula variabilidad (o sea, caracteres fijos), ello hace que estos híbridos posean un grado limitado de adaptabilidad a las condiciones ambientales, por lo que tienen una notable reducción de su capacidad productiva si se utilizan en zonas de características pedoclimáticas no idóneas o bien si las

técnicas culturales aplicadas no son las adecuadas. (Bartolini, 1990).

La semilla comercial de una cruce simple se produce en una planta autofecundada que ha recibido el polen de una segunda línea autofecundada, ambas son relativamente pobres productoras de semilla y polen; es más cara que la de los otros híbridos, porque la planta que produce la semilla, al ser una línea pura no manifiesta el fenómeno de la heterosis y por ello tiene una vegetación reducida y es poco productiva, ya que la semilla es pequeña y de forma irregular, esto hace que se eleve el costo de producción de semilla dado que el rendimiento es bajo. (Bartolini, 1990; Jugenheimer, 1990; Poehlman, 1981).

2.3.2.2. Híbridos de tres líneas.

El híbrido de cruce triple es la progenie híbrida entre una cruce simple y una línea autofecundada. También se le conoce como de "tres vías". (Poehlman, 1981; Bartolini, 1990).

Se desarrollaron para tratar de encontrar una solución de compromiso entre los híbridos simples o los dobles, con objeto de aumentar la adaptabilidad de los primeros y la capacidad productiva de los segundos. (Bartolini, 1990).

Las semillas de los híbridos de tres elementos es menos costosa de producir que la de cruces simples, aunque más cara que la de cruces dobles; tienden a ser más uniformes y a tener un rendimiento ligeramente superior que el de las cruces dobles.

En algunos casos se producen donde se cuenta con tres líneas que combinan bien y que no se dispone de una cuarta línea adecuada para la formación de un híbrido doble, ya que para ello se desea una uniformidad extrema.

También son útiles para predecir híbridos de cruce doble deseables.

Y se usan ampliamente en E.U. para la producción de maíz dentado y reventón. (Jugenheimer, 1990).

2.3.2.3. Híbridos de cruzada doble.

Los híbridos de cruzada doble son la progenie híbrida obtenida de una cruzada entre dos cruzaas simples. También se le conoce como de "cuatro vías" porque en su composición intervienen cuatro líneas puras.

La semilla de una cruzada doble se produce en una planta de cruzada simple que ha sido polinizada por otra cruzada simple. Por utilizar híbridos simples en su formación y no líneas, se manifiesta la heterosis, lo que les confiere varias ventajas como lo son la producción de semilla de calidad, producen abundante polen, esto hace posible una mayor proporción de surcos hembras para producción de semilla con respecto a surcos machos productores de polen en los campos de cruzamiento, lo cual reduce el costo de producción de semilla; su cultivo se adapta mejor a diversos ambientes aminorándose los riesgos en la producción de semilla; muestran una alta producción de grano, mayor sanidad de mazorca y grano, reducción del acame; uniformidad en altura de planta, floración y maduración.

Sin embargo los híbridos de cruzada doble son ligeramente más variables en los caracteres de la planta y la mazorca que las cruzaas simples o las de tres elementos lo cual puede ser una ventaja cuando el cultivo se siembre bajo condiciones adversas, además tienen el inconveniente de manifestar una potencialidad productiva más baja. (Jugenheimer, 1990; Poehlman, 1981; Bartolini, 1990; Reyes, 1990).

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

Poehlman (1981), señala que los objetivos que se buscan en el mejoramiento del maíz híbrido son:

- 1) La creación de nuevos híbridos que sean superiores, en cuanto a rendimiento, a los que se utilizan actualmente.
- 2) Y además, que se adapten a la región donde se van a producir.

En el pasado en el INIFAP (antes INIA) se trabajó con mayor énfasis en el mejoramiento genético para obtener híbridos de cruza doble y variedades de polinización abierta. Esto también ocurrió así en CIMMYT. (Espínosa, 1991).

No obstante es claro que los híbridos trilineales son de mayor potencial productivo que los híbridos dobles y además presentan menos complejidad para la producción de semillas y mantenimiento de la calidad. (Espínosa, 1989).

Los híbridos trilineales son un paso de transición entre el uso de híbridos dobles hacia los híbridos simples. (Espínosa, 1989).

2.4. ADAPTACION Y PRECOCIDAD.

2.4.1. Valles Altos.

Se ha denominado como Valles Altos, a aquellas regiones comprendidas entre los 2 000 y 2 600 msnm, abarcan parte del Estado de México, el estado de Tlaxcala, parte de los estados de Hidalgo y

Puebla. En los que aproximadamente un millón de hectáreas se siembran con maíz.

En términos generales podemos decir que en la zona denominada Valles Altos predominan las siguientes condiciones:

- a) Agricultura dependiente del agua de lluvia.
- b) Precipitación pluvial total anual que va de regular a mala a través del año.
- c) Mala distribución del agua de lluvia.
- d) Presencia de sequía intraestival.
- e) Presencia de heladas tardías y tempranas.
- f) Presencia de granizo.
- g) Suelos poco fértiles, erosionados o con mal drenaje.

La condición de bajas temperaturas es la que en un momento dado, según la intensidad con que se presente determina la mayor o menor producción de un cultivo, y en ocasiones la duración del ciclo biológico de las plantas.

En los Valles Altos el ciclo de crecimiento de las plantas está fijado básicamente por la ausencia y presencia de heladas tardías y tempranas, respectivamente, así como por la iniciación de la época de lluvias. (López, 1975).

Una premisa fundamental en el mejoramiento ha sido incrementar los rendimientos y acortar el ciclo biológico, sobre todo en aquellas especies que se cultivan en localidades donde la estación de crecimiento es corta. Específicamente en maíz, en los híbridos modernos para los Valles Altos de la Mesa Central, se intenta reducir el ciclo biológico y a la vez aumentar el rendimiento de grano. (Gómez, 1988).

Como la generalidad de las plantas cultivadas, el maíz requiere de condiciones óptimas de suelo y clima para que se logren los más altos rendimientos.

La gran diversidad de tipos, razas y nuevas variedades de maíz que actualmente existen en México, permiten que haya maíces adaptados prácticamente a todas las condiciones que se pueden presentar en el país. Así lo encontramos desde el nivel del mar hasta a más de 3 000 msnm, y desde 28 °C como temperatura media durante su desarrollo en las zonas más cálidas, hasta con 12 °C en las zonas más frías.

Sin embargo, debido a la gran heterogeneidad de condiciones ambientales que se presentan en el territorio nacional, el cultivo y producción del maíz de temporal se encuentran limitados por la falta y/o exceso de humedad, presencia de vientos y granizadas, y, constituyendo el factor más importante en las regiones de buen temporal de los Valles Altos, la presencia de heladas, que no sólo afectan aquella área sino que en conjunto al 75% del territorio nacional. (Carcaño, 1987).

2.4.2. Adaptación y precocidad.

Mastsuo (citado por Espinosa ,1985) define a la ADAPTABILIDAD como una habilidad genética de las variedades para producir un rendimiento alto y estable en ambientes diferentes.

Algunos de los factores que afectan a la adaptación, según Poehlman (1981), son:

- 1) Una maduración satisfactoria para el área de producción.
- 2) La respuesta al grado de fertilidad del suelo.
- 3) La resistencia al calor y la sequía.
- 4) La resistencia al frío.

Con respecto a la maduración satisfactoria para el área de producción, menciona que, como el maíz es muy poco tolerante a las heladas, su ciclo de crecimiento estaría limitado por el período libre de heladas. Y dado que este período no puede utilizarse completamente, pues su duración varía de un año a otro, es necesario disponer de un

cierto margen de seguridad mediante el cultivo de variedades suficientemente precoces para madurar incluso en los ciclos más cortos. Y agrega que, en general los híbridos que utilicen de un modo más completo todo el ciclo de crecimiento con seguridad de maduración, serán los que den mayor producción en una determinada región.

Stoskopf (citado por Orozco, 1988) enfatiza que actualmente en la agricultura moderna no sólo se requieren de materiales capaces de tener los más altos rendimientos bajo condiciones óptimas, sino genotipos con amplia adaptación que tengan rendimientos satisfactorios en condiciones inferiores a lo ideal o normal. Específicamente se desea un cultivar que posea la habilidad para tener buenos rendimientos bajo condiciones óptimas y adversas al cultivo.

Dentro de las modalidades que presentan las especies vegetales para resistir a la sequía, y particularmente el maíz, se encuentra la denominada de "escape", en ella se agrupan las variedades e híbridos que por su misma característica de precocidad producen satisfactoriamente en tiempos relativamente cortos. (Avila, 1990).

En todas las regiones maiceras hay una época de siembra dentro de la cual se debe ajustar la mejor fecha siembra para que el cultivar no se exponga a heladas tempranas o tardías, escasez o abundancia de lluvias, presencia de vientos, altas temperaturas, plagas y enfermedades.

Cuando las condiciones del clima son similares, la fecha óptima se relaciona con: los objetivos del cultivo, ciclo vegetativo de la variedad, localidad y la disponibilidad de recursos materiales y humanos. (Reyes, 1990).

Las plantas son muy susceptibles a las altas temperaturas en los periodos de floración, dañando el polen y los estigmas.

Las temperaturas de 4 °C o menos, afectan a las plantas en cualquier estado de desarrollo. Cuando las temperaturas de congelamiento ocurren

en las primeras fases de desarrollo (8 a 10 cm de la planta) pueden recuperarse lentamente. Si las temperaturas de congelamiento ocurren en estado lechoso los daños son severos.

El conocimiento de las temperaturas es fundamental para seleccionar la fecha óptima de siembra, eligiendo aquellas épocas libres de heladas en la germinación, en la floración y en la madurez del grano. (Reyes, 1990).

Reyes (1990), indica que el maíz en su desarrollo, en el día requiere tiempo caluroso y en la noche tiempo fresco. Teniendo problemas cuando la temperatura promedio es inferior a 18.9 °C durante el día y 12.8 °C durante la noche. Y que en la Faja Maicera de Estados Unidos, las temperaturas diurnas del verano alcanzan un promedio de 21.1 °C y las nocturnas 14.4 °C, y el período libre de heladas es de 140 días. Agregando que en general, la mayor producción en el mundo se logra en aquellos climas en donde las temperaturas en los meses calurosos varían entre 21 °C y 27 °C y un período libre de heladas en el ciclo agrícola variable de 120 a 180 días.

Aproximadamente una cuarta parte de la superficie de temporal cultivada con maíz, se encuentra localizada en los Valles Altos; en éstas regiones con frecuencia se presentan heladas tardías o tempranas, reduciendo la estación de crecimiento con temperaturas favorables de 120 a 140 días. (Peña, 1986).

El problema de la heladas en el cultivo, se presenta cuando las bajas temperaturas afectan las diferentes etapas de crecimiento, reducción de la población por hectárea, deshidratación de tejidos y el de propiciar un ambiente favorable para el desarrollo de pudriciones. (Castellón citado por Peña, 1986).

Desde el punto de vista climático al parecer el único inconveniente del maíz para ampliar su distribución es la susceptibilidad de la planta a las heladas (quizá por su origen tropical), lo que obliga a

los agricultores a introducir variedades muy precoces en lo sitios donde aquellas se presentan. (C.I.A., 1980; citado por García, 1989).

Jugenheimer (1990), apunta que entre las características deseables que los fitomejoradores deben incorporar a los maíces híbridos se encuentran los rendimientos elevados, la excelente resistencia al acame y la madurez adecuada. Considera que la madurez de algunos híbridos debe ser extremadamente precoz, con el fin de proporcionar un elevado rendimiento de grano consistente dentro de los límites del período adecuado para su crecimiento o para cultivos múltiples. Y que los híbridos de madurez tardía se necesitan en otras áreas para aprovechar totalmente las estaciones de crecimiento extremadamente largas.

González (1984), menciona que se acostumbra a clasificar a las poblaciones de maíz en PRECOCES, INTERMEDIAS y TARDIAS en base al número de días que transcurren desde la siembra hasta la floración, pero que una clasificación más adecuada sería considerando los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta la madurez fisiológica, ya que ésta abarca el ciclo vegetativo completo de las plantas, y en cambio la floración es únicamente una etapa intermedia.

Se puede definir como PRECOCIDAD, el tiempo mínimo requerido para que una planta pueda alcanzar su madurez fisiológica, desde el punto de vista de su aprovechamiento, ya sea por sus frutos, flores, raíces, tallos, látex, fibras, etc.

Es entonces un fenómeno de diferenciación de las células del individuo cuya manifestación puede apreciarse en el transcurso del ciclo vegetativo del mismo, por la aparición de indicios tales como flores, contenido de sustancias de reserva, aumento en tamaño de algún órgano determinado, color o consistencia del mismo, contenido de agua, etc.

En el maíz son apreciables la floración y las llamadas madurez lechosa y masosa, siendo útiles para apreciar en forma comparativa, la

precocidad de una planta a otra o de un grupo de plantas a otro.

Es claro que la apreciación sería más valiosa cuanto más cercano sea el momento de la madurez. (Barrientos, 1956).

La precocidad está determinada tanto por características hereditarias de la planta, como por el medio ambiente (su respuesta al fotoperíodo, a la temperatura, a la altitud, al tipo de suelo, y a la distribución de humedad, durante el ciclo de crecimiento), y a otros factores.

En el caso del maíz, la fecha en que aparecen los estigmas es un índice común de la precocidad, aún cuando el porcentaje de humedad en el momento de la cosecha también da una medida de la precocidad relativa. (Poehlman, 1981).

López (1975), señala que debido a las condiciones climatológicas que se presentan en los Valles Altos son muy variables, los productores han logrado identificar y seleccionar maíces adaptados a la mayoría de ellas, básicamente maíces criollos, en base a la coloración del grano.

Así, cuando las condiciones son favorables para la siembra temprana en marzo y abril, porque hay humedad en el suelo y se va a contar con un lapso más o menos grande para el crecimiento vegetativo, utilizan para su siembra granos de maíz de coloración blanca.

Cuando esas condiciones se presentan más tarde utilizan granos de color amarillo.

Y cuando se retrasan mucho, hasta mayo o junio, y hacen riesgosa la producción con los materiales anteriores, tienen como última alternativa a los de color negro o azul.

Aún cuando todos estos tipos son apropiados para el consumo humano,

el maíz blanco es el preferido por la mayoría de los consumidores.

Fue gracias al mejoramiento genético que se incrementó considerablemente el rendimiento en el cultivo del maíz, lo cual fue posible con la creación del maíz híbrido que vino a sustituir a las variedades de polinización libre que muestran una capacidad productiva inferior. (Duvick , citado por Claire ,1990; Poehlman ,1981).

En 1918 aparecen los híbridos de cruza doble, que apesar de tener grandes ventajas, su rendimiento de grano llegó a estabilizarse en los Estados Unidos, pues los de los setenta apenas si rendían ligeramente más que los de la década de los cuarenta.

Se mejoró la uniformidad y aspecto de la planta y de la mazorca; se incorporó resistencia a enfermedades y se introdujo la androesterilidad citoplásmica (que no se usa desde 1970-71); sin embargo, el rendimiento promedio por planta no cambió apreciablemente. (Betancourt et al., citados por Claire, 1990).

Durante la década de los setentas, se disponía ya de métodos de control de plagas y técnicas de producción para permitir el uso comercial de los híbridos de cruza simple y a partir de entonces éstos han remplazado a los híbridos dobles en los Estados Unidos y en otras partes del mundo.

En México ocurre un fenómeno similar al de los Estados Unidos, así, el programa de mejoramiento genético de maíz se intensificó en la década de los cuarenta, en años recientes muchas variedades e híbridos se han generado, pero no se ha logrado que su capacidad de rendimiento sea superior a la de los híbridos obtenidos durante la década de los cincuenta. (Claire, 1990).

Weatherspoo (citado por Espinosa, 1985) evaluó el rendimiento de cruzas simples, cruzas dobles y cruzas de tres líneas de maíz; y encontró que el rendimiento promedio de las cruzas simples fue más

elevado que el de las cruzas de tres líneas, y el de éstas más elevado que el de las cruzas dobles.

Algunas pruebas realizadas con diferentes tipos de semillas indican que la productividad aumenta según la progresión general del mejoramiento genético practicado en las poblaciones, la cual es: variedades criollas, variedades mejoradas de polinización libre, híbridos mestizos o varietales, híbridos de cruza doble, híbridos triples, e híbridos de cruza simple. (CIMMYT, 1987).

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Localización.

El experimento se realizó en el año de 1992 durante el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal y se estableció en la parcela experimental #7 de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM, perteneciente al Municipio de Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, que se encuentra a los 19° 41' 35" de latitud norte y a los 99° 11' 42" de longitud oeste, a una altitud de 2252 msnm.

3.2. Condiciones ambientales.

Se presenta en la región el clima C (wo) (w) b (i') que corresponde al tipo templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano, e invierno seco (menos del 5% de la precipitación anual), con verano largo y fresco, con temperatura extremosa respecto a su oscilación. (García, 1973).

La temperatura media anual es de 15.7 °C, el mes más frío es enero con 11.8 °C y el mes más caliente es junio con 18.3 °C en promedio, con 2.3 °C de temperatura mínima y máxima de 26.5 °C respectivamente. La precipitación media anual es de 605 mm, concentrándose en los meses de mayo a octubre, julio es el mes más lluvioso con 128.9 mm y febrero el mes más seco con 38 mm en promedio.

Las probabilidades de lluvia en ésta zona son menores del 50% por lo que es indispensable contar con riego.

El promedio anual de días con heladas es alto, 64 días, abarcando desde octubre hasta abril, son más frecuentes en diciembre, enero y febrero; las tempranas se pueden presentar entre el 8 y 10 de septiembre y las tardías hasta el mes de mayo.

La frecuencia de granizadas es baja, se observan en verano principalmente. (De la Teja, 1982).

De acuerdo con el sistema FAO-DETENAL los suelos de la F.E.S.-Cuautitlán han sido clasificados como Vertisoles pélicos, y presentan una textura fina, son arcillosos; son suelos pesados difíciles de manejar por ser plásticos y adhesivos cuando están húmedos y duros cuando se secan, forman grietas profundas cuando se secan y pueden ser impermeables al agua de riego y/o de lluvia. (FAO, 1968). Tienen un pH de 6 a 7. (Colegio de Postgraduados, 1977).

3.3. Material genético.

Se evaluaron 23 híbridos trilineales denominados experimentalmente con la numeración de maíces PUMAS para Valles Altos, además se incluyó una cruce simple de CIMMYT y otra del INIFAP H-34, como testigos comerciales.

Dentro de los híbridos evaluados 8 tienen una adaptación a la zona de Transición y son de ciclo un poco más tardío que el resto de los materiales, los cuales poseen adaptación a los Valles Altos de México. (Cuadro 1).

3.4. Diseño experimental.

Se utilizó el diseño de Bloque Completos al Azar con dos repeticiones. La parcela experimental estuvo constituida por un surco de 5 metros de largo por 80 centímetros de ancho, tomándose el mismo como parcela útil.

3.5. Análisis estadístico.

Se llevó a cabo un análisis de varianza y comparación de medias por el método de Tukey al 0.05 de probabilidad para cada una de las variables que se evaluaron.

Cuadro 1. Híbridos PUMAS trilineales de maíz evaluados en comparación con dos híbridos simples testigos en Cuautitlán, México 1992.

TRATAMIENTO	HIBRIDO	TIPO DE HIBRIDO	AREA DE ADAPTACION
1	PUMA E1	Trilineal	Valles Altos
2	PUMA E2	Trilineal	Valles Altos
3	PUMA E3	Trilineal	Valles Altos
4	PUMA E4	Trilineal	Valles Altos
5	PUMA E5	Trilineal	Valles Altos
6	PUMA E6	Trilineal	Valles Altos
7	PUMA E7	Trilineal	Valles Altos
8	PUMA E8	Trilineal	Valles Altos
9	PUMA E9	Trilineal	Valles Altos
10	PUMA E10	Trilineal	Valles Altos
11	PUMA E11	Trilineal	Valles Altos
12	PUMA E12	Trilineal	Valles Altos
13	PUMA E13	Trilineal	Valles Altos
14	PUMA E14	Trilineal	Valles Altos
15	PUMA E15	Trilineal	Valles Altos
16	PUMA E16	Trilineal	Zona de Transición
17	PUMA E17	Trilineal	Zona de Transición
18	PUMA 1157	Trilineal	Zona de Transición
19	PUMA E18	Trilineal	Zona de Transición
20	PUMA E19	Trilineal	Zona de Transición
21	PUMA 1079	Trilineal	Valles Altos
22	PUMA E20	Trilineal	Zona de transición
23	PUMA E21	Trilineal	Zona de transición
24	C.S. CIMMyT	Cruza simple	Valles Altos
25	H-34	Cruza simple	Valles Altos

3.6. Manejo agronómico.

3.6.1. Siembra.

El experimento se estableció el día 12 de mayo de 1992. Se sembró con pala depositando 3 semillas por golpe cada 50 centímetros, a una profundidad de 12 centímetros, obteniendo una densidad de siembra de 62 500 plantas por hectárea. Se manejaron surcos borderos tanto al inicio como al final de la parcela donde se estableció el experimento, y en ambos lados del híbrido local testigo con plantas de su misma altura y madurez para eliminar los efectos de los bordos en los surcos exteriores de la parcela, ya que los testigos utilizados son de porte superior a los híbridos evaluados.

3.6.2. Fertilización.

La primera aplicación de fertilizante se hizo al momento de la siembra, con maquinaria a chorrillo, a una dosis de 100-70-40.

La segunda fue al momento de la escarda, el 10 de junio de 1992, en forma de mateado manualmente, a una dosis de 100-00-00.

3.6.3. Control de maleza.

Se llevó a cabo el 12 de mayo de 1993 con la aplicación de herbicida preemergente a una dosis de 1 litro / Ha de Hierbamina + 3 kilogramos / Ha de Gesaprim 50, con tractor.

3.6.4. Cosecha.

Se cosechó el 17 de diciembre de 1992 en forma manual, cada uno de los surcos excepto los borderos.

3.7. Variables Registradas por Parcela.

3.7.1. Días a la floración masculina.

Se consideró 50% contando los días desde el momento de la siembra hasta que la espiga de la mitad de las plantas derramaba polen.

3.7.2. Días a floración femenina.

Se consideró el número de días entre la siembra y la fecha en que el 50% las plantas tenían estigmas de 2 a 3 centímetros.

3.7.3. Altura de planta.

Se midió la distancia en centímetros desde la base o punto de inserción de las raíces hasta el punto donde la espiga comienza a dividirse, de 10 plantas seleccionadas al azar de cada parcela, tomando el promedio de ellas como dato final.

3.7.4. Altura de la mazorca.

Se consideró la distancia en centímetros desde la base o punto de inserción de las raíces hasta el nudo de inserción de la mazorca más alta o principal, de las mismas 10 plantas de las que se tomó la altura, tomando el promedio de ellas como dato final.

3.7.5. Acame de tallo.

Se efectuó la toma de este dato un día antes de la cosecha, registrando el número de plantas por parcela con los tallos rotos abajo de las mazorcas. Manejando una escala del 1 al 10, en donde 10 fueron las parcelas con mejor calificación y 1 las parcelas con las plantas más acamadas.

3.7.6. % de Cuateo.

Se contó el número de plantas por parcela que tenían dos mazorcas, y se estimó el porcentaje de acuerdo al total de las plantas por cada parcela.

3.7.7. Número de plantas cosechadas.

Se consideraron todas las plantas de cada parcela sin importar si tenían una, dos o ninguna mazorca.

3.7.8. Días a madurez.

Se determinó por el método de la capa negra, muestreando cuando se consideró conveniente una mazorca por parcela cada tercer día, registrando el número de días que transcurrieron, desde la siembra hasta que apareció la capa negra.

3.7.9. Mazorcas buenas y mazorcas malas.

Ya pesadas se extendieron las mazorcas de cada parcela, y considerando el que estuvieran o no afectadas por plagas y enfermedades se dividieron en malas o buenas, registrando el número por separado de cada una de ellas.

3.7.10. Calificación de mazorca.

Se consideraron su sanidad (S) en una escala del 1 al 10, donde 1 es la más afectada y 10 la más sana; así como su cobertura (C) en una escala del 1 al 10, donde 1 representa muy mala cobertura y 10 muy buena cobertura, y además su aspecto general (M).

3.7.11. % de materia seca.

Al momento de la cosecha, se tomó una muestra de unos 100 gramos de grano por parcela, de las mazorcas buenas, que sirvió para determinar

en laboratorio, por medio de un determinador modelo Steinline 400G el contenido de humedad en porcentaje, el restante del 100% fue el % de materia seca.

3.7.12. Longitud de mazorca.

Se determinó sacando el promedio en centímetros de 5 mazorcas por parcela que sirvieron como muestra para tomar los datos de mazorca midiéndolas de la base a la punta.

3.7.13. Número de granos/hilera.

Se contaron los granos de una hilera de cada una de las cinco mazorcas desde la base a la punta.

3.7.14. Diámetro de olote.

Una vez desgranadas las cinco mazorcas, a cada uno de los olotes por la parte central con el vernier se le determinó el diámetro en centímetros, obteniéndose el promedio.

3.7.15. Peso de 200 grano.

El grano previamente homogenizado con la mano, se contaron 200 granos y se pesaron.

3.7.16. % de grano.

Resulta de la relación entre el peso del grano y peso total de la muestra, es decir:

$$\frac{\text{Peso de 5 mazorcas sin olote}}{\text{Peso de 5 mazorcas con olote}} \times 100 = \% \text{ de grano}$$

3.7.17. Peso volumétrico.

Homogenizado el grano se vació en un recipiente de 125 ml y se razo con una regla, se pesó y se multiplicó por 8 para obtener la relación a 1 litro.

3.7.18. Rendimiento.

Se calculó con la siguiente fórmula, expresándose en Kg/Ha:

$$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{P.C.} \times \% \text{M.S.} \times \% \text{G} \times \text{F.C.})}{8\ 600}$$

donde:

P.C. = Peso de campo de la totalidad de las mazorcas cosechadas por parcela expresado en kilogramos.

% M.S. = Porcentaje de materia seca de la muestra de grano de cinco mazorcas recién cosechadas.

% G = Porcentaje de grano, producto de la relación grano-olote.

F.C. = Factor de conversión para obtener rendimiento por hectárea. Se obtiene de dividir 10 000 m² / tamaño de la parcela útil en m².

8 600 = Constante para estimar el rendimiento con humedad comercial (14%).

IV. RESULTADOS.

4.1. ANALISIS DE VARIANZA.

En el Cuadro 2 se observa que para el factor genotipos, una gran mayoría de variables, mostraron diferencia estadística altamente significativa, a excepción de las variables plantas cosechadas y peso volumétrico las cuales no mostraron significancia; así como cobertura de mazorca, longitud de mazorca y diámetro de olote, que presentaron significancia al nivel de 0.05 de probabilidad.

Con respecto al factor de variación repeticiones, no se presentó significancia para ninguna de las variables evaluadas.

El coeficiente de variación más alto fue el correspondiente a porcentaje de cuateo con 93.6%, lo cual se debe a la naturaleza de la variable, el valor más bajo correspondió a la variable floración masculina con 1.9%. La mayoría de las variables tuvieron coeficientes de variación aceptables, para el caso de rendimiento el valor fue de 20%.

4.2. COMPARACION DE MEDIAS.

Como se aprecia en el Cuadro 3, para *rendimiento* se establecieron siete grupos de significancia, en el primer grupo de significancia se ubicaron los híbridos PUMA 1157, PUMA E18, PUMA E19, PUMA 1079 y PUMA E20. Dentro de los materiales destacó por su excelente capacidad de rendimiento el híbrido trilineal PUMA 1157, ya que produjo 14.4 toneladas por hectárea. Le siguieron en capacidad productiva, los híbridos PUMA E18, PUMA E17, PUMA E19, PUMA 1079, PUMA E20, todos ellos produjeron rendimientos superiores a 11.1

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMAS en Cuautitlán, México 1992.

VARIABLE	TRATAMIENTOS	REPETICIONES	MEDIAS	C.V
Floración masculina	75.760 **	6.480 NS	79	2.0
Floración femenina	70.197 **	0.720 NS	89	2.4
Altura de planta	1328.420 **	32.000 NS	192	4.9
Altura de mazorca	617.838 **	13.520 NS	90	7.0
Madurez fisiológica	263.995 **	3.380 NS	158	5.7
No. de plantas cosechada	6.723 NS	15.680 NS	29	9.9
No. de mazorcas buenas	92.695 **	4.500 NS	18	19.3
No. de mazorcas malas	23.328 **	0.320 NS	8	59.6
Aspecto de mazorca	3.117 **	0.020 NS	7	10.8
Sanidad de mazorca	3.255 **	0.020 NS	7	10.3
Cobertura de mazorca	3.780 *	0.980 NS	6	21.7
No. de granos/hilera	22.099 **	4.993 NS	31	7.6
Longitud de mazorca	10.089 *	2.738 NS	15	13.5
Diámetro de olote	0.029 *	0.051 NS	2.5	4.6
Peso de 200 granos	186.104 **	0.065 NS	58	9.9
Rendimiento	19726337.5 **	528104.2 NS	7716	20.0
% de cuateo	63.688 **	25.063 NS	4	93.6
Peso volumétrico	999.069 NS	1436.480 NS	734	3.6
Acame	1.708 **	0.020 NS	9	5.8

** Altamente significativo (0.01)

* Significativo (0.05)

NS no significativo.

toneladas/hectárea. Otro híbrido importante de la UNAM denominado PUMA 1079, rindió 11.5 toneladas/hectárea.

En total 17 híbridos superaron significativamente y/o numéricamente a la Cruza Simple del CIMMYT y ésta a su vez con una producción de 5.8 tonelada/hectárea, superó numéricamente al H-34 que rindió 5.3 toneladas/hectárea. Ambos maíces fueron superiores numéricamente que los híbridos PUMA E8, PUMA E6, PUMA E3, PUMA E2 y PUMA E5. Gráficamente se pueden observar en la Figura 1.

Para la variable *días a floración masculina*, en el Cuadro 3 se observa que se establecieron cinco grupos de significancia, en el primer grupo se encuentran los híbridos más tardíos, encabezados por el PUMA 1157 con 90 días. Dentro de este mismo grupo se encuentra el testigo H-34 con 85 días y el testigo de CIMMYT con 84 días.

El híbrido de mayor precocidad fue el PUMA E4, que alcanzó la floración masculina a los 70 días.

Entre 70 y 78 días a floración masculina se ubicaron 15 genotipos, todos ellos con diferencia estadística a floración con los testigos, los cuales florecieron a 83 y 85 días.

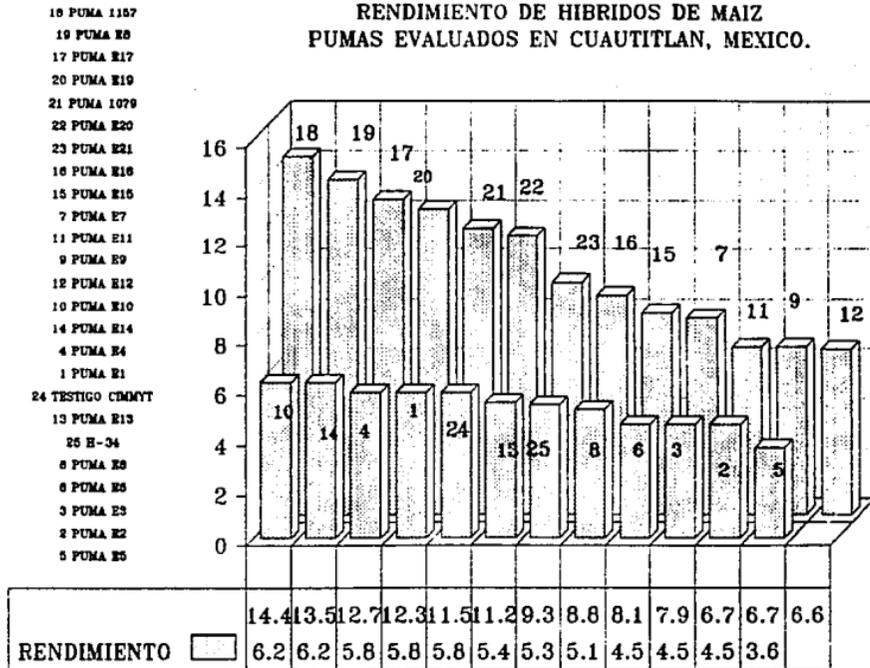
De manera similar a la descrita para floración masculina, para la variable *días a floración femenina* se observó, que se establecieron siete grupos de significancia, ubicándose en el grupo más tardío los híbridos de mayor potencial de rendimiento. El testigo H-34 con 97 días y el testigo de CIMMYT, con 94 días se ubicaron en el mismo grupo de significancia que el PUMA 1157 y otros híbridos de alto rendimiento. El híbrido más precoz fue el PUMA E7 con 77 días floración femenina. (Cuadro 3).

En el Cuadro 3 se observa que sólo se establecieron tres grupos de significancia para la variable *días a madurez fisiológica*, la cual varió de 185 días para el híbrido PUMA E17 hasta 143 días para el híbrido PUMA E3, que llegó a madurez fisiológica en ese período. Destacó el hecho, de que el PUMA 1157 apesar de ser el híbrido más

Cuadro 3. Comparación de medias (Tukey 0.05) de rendimiento, floración masculina, floración femenina y días a madurez fisiológica de híbridos trilineales de maíz PUMAS evaluados en FES-Cuautitlán UNAM.

TRATAMIENTO	GENOTIPO	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	FLORACION MASC.	FLORACION FEM.	MADUREZ FISIOL.
18	PUMA 1157	14 403 A	90 A	93 ABC	174 ABC
19	PUMA E18	13 496 AB	87 AB	96 AB	169 ABC
17	PUMA E17	12 667 ABC	89 AB	96 AB	185 A
20	PUMA E19	12 298 ABCD	86 AB	94 ABC	154 ABC
21	PUMA 1079	11 548 ABCDE	84 AB	93 ABC	155 ABC
22	PUMA E20	11 194 ABCDEF	85 ABC	95 AB	159 ABC
23	PUMA E21	9 291 ABCDEFG	86 AB	96 AB	171 ABC
16	PUMA E16	8 853 ABCDEFG	83 BC	94 ABC	171 ABC
15	PUMA E15	8 117 ABCDEFG	73 DE	81 DEF	165 ABC
7	PUMA E7	7 875 BCDEFG	75 DE	77 F	153 ABC
11	PUMA E11	6 707 CDEFG	73 DE	80 EF	162 ABC
9	PUMA E9	6 703 CDEFG	74 DE	83 DEF	151 ABC
12	PUMA E12	6 634 CDEFG	75 DE	82 DEF	145 ABC
10	PUMA E10	6 242 DEFG	73 DE	88 BCDE	160 ABC
14	PUMA E14	6 230 DEFG	75 DE	89 ABCD	148 ABC
4	PUMA E4	5 846 EFG	70 E	83 DEF	147 BC
1	PUMA E1	5 846 EFG	76 D	86 CDEF	148 ABC
24	Testigo CIMMYT	5 817 EFG	83 ABC	94 ABC	154 ABC
13	PUMA E13	5 414 EFG	75 DE	86 CDEF	150 ABC
25	H-34	5 344 EFG	85 AB	97 A	181 AB
8	PUMA E8	5 150 FG	73 DE	82 DEF	157 ABC
6	PUMA E6	4 562 G	75 DE	90 ABCD	145 BC
3	PUMA E3	4 546 G	72 DE	88 BCDE	143 C
2	PUMA E2	4 546 G	78 CD	90 ABCD	152 ABC
5	PUMA E5	3 604 G	74 DE	90 ABCD	152 ABC
	DSH (0.05)	6 332.9	6.4	8.6	37.5

FIGURA 1. COMPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO DE HIBRIDOS DE MAIZ PUMAS EVALUADOS EN CUAUTITLAN, MEXICO.



Tukey (0.05)

tardío en floración masculina, no fue el más tardío a floración femenina y a madurez fisiológica. Respecto a los testigos, el H-34 con 181 días se ubicó dentro de los menos precoces, y el híbrido de CIMMYT, si bien, junto con áquel estuvo en el mismo grupo de significancia, con 154 días, se le incluyó dentro de los más precoces, dada la diferencia numérica considerable.

Para altura de planta, dentro de los grupos de significancia que se establecieron para esta variable, en el Cuadro 4 se puede observar que el genotipo con la mayor altura de planta fue el testigo H-34 con 243 centímetros, teniendo diferencias significativas con la mayoría de los híbridos evaluados. Otros genotipos que compartieron con él el primer grupo de significancia, como son PUMA E17, PUMA E18, PUMA E21, PUMA 1157, PUMA E20, PUMA E1079 y PUMA E19, cuyas alturas van de 212 a 231 cm, la diferencia aunque numérica podría considerarse importante.

El testigo de CIMMYT presentó una altura de 203 cm y mostró con respecto al testigo H-34, diferencias significativas tanto estadística como numéricamente.

El PUMA E3 con 156 cm, fue el que alcanzó la menor altura de planta de todos los híbridos evaluados.

De forma semejante para altura de mazorca y al igual que en altura de planta, se establecieron para esta variable varios grupos de significancia, ubicándose el testigo H-34 en el nivel más alto del grupo principal con 138 cm, y además mostró diferencia significativa con la mayor parte de los híbridos evaluados.

Por otro lado, el testigo de CIMMYT tuvo en promedio mazorcas a una altura de 83 cm, que le permitieron tener, numéricamente menos valor con respecto a varios híbridos.

El híbrido PUMA E4 presentó la menor altura de mazorca con 66 cm. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación de medias (Tukey 0.05) de altura de planta, altura de mazorca y acame de híbridos trilineales de maíz PUMAS evaluados en FES-C UNAM.

TRATAMIENTO	GENOTIPO	ALTURA DE PLANTA	ALTURA DE MAZORCA	ACAME
25	H-34	243 A	138 A	5.5 B
17	PUMA E17	231 AB	111 BC	9.5 A
19	PUMA E18	227 ABC	115 AB	9.5 A
23	PUMA E21	227 ABC	102 BCDE	9.0 A
18	PUMA 1157	221 ABC	115 AB	8.5 A
22	PUMA E20	217 ABCD	100 BCDE	9.5 A
21	PUMA E1079	215 ABCD	100 BCDE	9.5 A
20	PUMA E19	212 ABCDE	105 BCD	10.0 A
24	Testigo CIMMYT	203 BCDEF	83 DEFG	10.0 A
16	PUMA E16	202 BCDEFG	99 BCDEF	9.5 A
15	PUMA E15	195 BCDEFGH	88 CDEFG	9.5 A
14	PUMA E14	190 CDEFGHI	88 CDEFG	10.0 A
11	PUMA E11	182 DEFGHI	85 DEFG	9.5 A
12	PUMA E12	181 DEFGHI	77 EFG	10.0 A
9	PUMA E9	179 DEFGHI	83 DEFG	10.0 A
6	PUMA E6	176 EFGHI	77 EFG	10.0 A
5	PUMA E5	175 EFGHI	77 EFG	10.0 A
1	PUMA E1	173 FGHI	80 DEFG	9.0 A
2	PUMA E2	172 FGHI	79 EFG	10.0 A
13	PUMA E13	172 FGHI	76 EFG	9.5 A
7	PUMA E7	171 FGHI	67 G	9.5 A
8	PUMA E8	164 GHI	74 FG	10.0 A
10	PUMA E10	160 HI	82 DEFG	10.0 A
4	PUMA E4	159 HI	66 G	10.0 A
3	PUMA E3	156 I	70 G	10.0 A
	D.H.S. (0.05)	38.8	25.8	2.2

Se puede apreciar en el Cuadro 4, que el H-34 fue el único híbrido que mostró diferencias estadísticas significativas con todos los demás genotipos evaluados con respecto al *acama*, dado que sus plantas se acamaron más que el resto de ellos.

Para *longitud de mazorca*, sólo hubo diferencias significativas de los híbridos PUMA 1157 con 18.6 cm, PUMA E16 y PUMA E18 con 18.4 cm con respecto al PUMA E14, que tuvo mazorcas de 9.2 cm de longitud en promedio. Entre el resto de los híbridos, cuyos valores van desde 12.3 cm a 17.6 cm, la diferencia fue de tipo numérico.

El testigo H-34 presentó en promedio mazorcas con una longitud de 12.8 cm, y la cruza simple de CIMMYT de 15.4 cm. (Cuadro 5).

Con respecto al *porcentaje de cuateo* el PUMA 1157 con 19.9% de plantas cuateras fue el que más alto valor alcanzó, presentando a su vez diferencias estadísticas significativas con la mayoría de los híbridos evaluados, a los que superó claramente, incluyendo al testigo de CIMMYT, cuyo valor fue de 0.00%, y al H-34 que solamente tuvo 2.85% de plantas cuateras. Le siguieron en importancia el PUMA E17 con 16.70%, el PUMA E16 con 12.05%, el PUMA E19 con 10.40% y el PUMA E18 con 9.35%, ubicados como aquel en el principal grupo de significancia. (Cuadro 5).

Con respecto a la variable *peso de 200 granos*, se establecieron cinco grupos de significancia, en los que se definió que en el nivel más alto del grupo principal, se ubicó el híbrido PUMA 1157 con 75.4 gramos, siguiéndole en orden los híbridos PUMA E18 con 73.6 gramos de peso así como PUMA 1079 con 72.0 gramos.

El testigo H-34 con 62.7 gramos y el testigo de CIMMYT con 64.3 gramos no exhibieron diferencias significativas con los híbridos PUMA 1157 y PUMA E18, dado que pertenecen al mismo grupo de significancia, pero los testigos se ubicaron en la parte media de los niveles exhibidos de peso de 200 granos, ya que los valores oscilaron

Cuadro 5. Comparación de medias (Tukey 0.05) de longitud de mazorca, % de cuateo, peso de 200 granos y peso volumétrico de híbridos trilineales de maíz PUMAS evaluados en FES-Cuautitlán UNAM.

TRATAMIENTO	GENOTIPO	LONGITUD DE MAZORCA	% DE CUATEO	PESO DE 200 GRANOS	PESO VOL. Kg/Hl
18	PUMA 1157	18.6 A	19.9 A	75.4 A	736.4 A
16	PUMA E16	18.4 A	12.1 ABC	57.1 ABCDE	752.8 A
19	PUMA E18	18.4 A	9.3 ABC	73.6 AB	759.6 A
23	PUMA E21	17.6 AB	4.5 BC	71.8 ABCD	760.8 A
20	PUMA E19	17.4 AB	10.4 ABC	69.3 ABCD	726.0 A
17	PUMA E17	17.3 AB	16.7 AB	64.4 ABCDE	776.4 A
22	PUMA E20	17.3 AB	6.8 ABC	68.5 ABCDE	722.8 A
8	PUMA E8	17.0 AB	1.8 C	54.9 ABCDE	680.4 A
6	PUMA E6	16.9 AB	1.5 C	48.9 ABCDE	744.4 A
12	PUMA E12	16.7 AB	1.6 C	51.3 BCDE	711.2 A
21	PUMA1079	16.0 AB	0.0 C	72.0 ABC	731.6 A
24	Testigo CIMMYT	15.4 AB	0.0 C	64.3 ABCDE	753.2 A
2	PUMA E2	15.2 AB	0.0 C	51.5 BCDE	704.4 A
15	PUMA E15	15.1 AB	0.0 C	50.1 CDE	743.2 A
9	PUMA E9	15.1 AB	0.0 C	51.0 BCDE	721.6 A
13	PUMA E13	14.7 AB	1.8 C	49.2 CDE	739.6 A
7	PUMA E7	14.7 AB	0.0 C	63.0 ABCDE	724.0 A
11	PUMA E11	14.6 AB	1.5 C	48.5 DE	716.8 A
3	PUMA E3	14.1 AB	0.0 C	48.5 DE	720.0 A
1	PUMA E1	13.8 AB	0.0 C	42.8 E	733.6 A
14	PUMA E14	13.4 AB	1.9 C	52.1 ABCDE	760.4 A
10	PUMA E10	13.3 AB	0.0 C	55.2 ABCDE	741.2 A
25	H-34	12.8 AB	2.8 BC	62.7 ABCDE	698.0 A
5	PUMA E5	12.3 AB	0.0 C	50.5 BCDE	758.0 A
4	PUMA E4	9.2 B	0.0 C	50.6 BCDE	728.0 A
	DHS (0.05)	8.5	14.2	23.4	109.7

de 75.4 gramos el más alto, y que lo tuvo el PUMA 1157, a 42.8 gramos para el híbrido PUMA E1, que fue el más bajo. (Cuadro 5).

Apesar de que los genotipos no mostraron diferencias estadísticas significativas, para peso volumétrico, sí las hubo numéricas, ya que híbridos como el PUMA E17 con 776.40 Kg/Hl, PUMA E21 con 760.80 Kg/Hl y PUMA E14 con 760.40 Kg/Hl, superaron a los restantes, entre los que se cuenta al testigo de CIMMYT con 753.20 Kg/Hl, al PUMA 1157 con 736.40 kg/Hl, y más claramente al H-34, cuyo valor fue de tan sólo 698.00 Kg/Hl. (Cuadro 5).

V. DISCUSION.

Los valores de los coeficientes de variación obtenidos del análisis de varianza para las distintas variables en su gran mayoría fueron inferiores al 20%, lo cual es aceptable tomando en cuenta que el experimento se llevó a cabo bajo condiciones de temporal en su totalidad.

El híbrido PUMA 1157, rindió 14.4 toneladas por hectárea, otros cinco híbridos también produjeron más de 11.1 ton/ha., si bien su ciclo vegetativo (días a floración masculina y femenina y madurez fisiológica) fue más largo que el resto de los materiales, la superioridad en rendimiento contra el resto de los híbridos es un elemento importante a favor de estos híbridos. En ellos hay una buena expresión de heterosis al combinarse germoplasma de endogamia avanzada, como lo señala Reyes (1985).

Destaca que, a pesar de que el testigo H-34 es un híbrido simple local recomendado para los Valles Altos, sólo alcanzó 5.3 ton/ha contra las 14.4 ton/ha que mostró el PUMA 1157, las 12.7 y 13.5 ton/ha del PUMA E17 y el PUMA E18, respectivamente, superándolo, junto con el testigo de CIMMYT. Si bien el PUMA 1157 es unos días más tardío que H-34, la diferencia en rendimiento justifica su utilización aún con el ciclo más largo de PUMA 1157.

Teóricamente un híbrido simple debería rendir más que un trilineal, como es el caso de los híbridos PUMAS evaluados, sin embargo el H-34 posee en sus líneas nivel bajo de endogamia (S3 y S1 respectivamente), en cambio la mayoría de las líneas progenitoras de los híbridos PUMAS poseen endogamia entre S5 y S8, lo cual les otorga un mayor nivel de heterosis, lo cual se expresa en una buena capacidad productiva de estos híbridos.

Ese alto rendimiento exhibido por parte de éstos híbridos en relación a los testigos y gran parte de los genotipos evaluados, posiblemente se debe, como señala Molina citado por Espinosa (1985), a la variabilidad genética de los progenitores de esos híbridos, es decir que presentan poco grado de

emparentamiento, y por ende al mayor rendimiento que tienen, ya sea la línea o la cruza simple que les dan origen. Además de que sus líneas progenitoras, sobre todo las del PUMA 1157, poseen nivel de endogamia de S8 la máxima y de S5, la línea con menor homocigosis.

El alto rendimiento de PUMA 1157 también fue apoyado por los altos porcentajes de plantas cuatas, lo cual también se presentó en el PUMA E18, el PUMA 1079 y el PUMA E19, en relación a los testigos y el resto de los híbridos evaluados.

Los híbridos más rendidores, incluyendo al PUMA 1157, al PUMA E16 y al PUMA E18, tuvieron las mazorcas con las mayores longitudes, esto es consecuencia de que el número de granos por unidad de área sembrada es el que determina en buena medida el rendimiento en grano de maíz. (Tanaka y Yamaguchi, 1984). Y él número de granos están determinados, entre otros componentes, por la longitud de mazorca, como apuntan Jugenheimer (1990) y Reyes (1985); es congruente que se haya dado esa relación entre la longitud de mazorca con el rendimiento. Aunado a ello está lo que menciona Pavón (1985), que la eficiencia de la planta aumenta cuando las mazorcas son más largas, más gruesas, con mayor cantidad de grano por mazorca y con mayor peso de grano.

Los híbridos más rendidores PUMA 1157, PUMA E18, PUMA E17, PUMA E19, PUMA 1079 y PUMA E20; también resultaron ser más tardíos en cuanto a días a floración masculina y femenina, lo cual es lógico, sin embargo el ciclo de éstos híbridos es similar a los maíces de riego en Valles Altos. Una limitante de este trabajo radica en que debió colocarse un testigo de ciclo semejante a los maíces PUMAS más tardíos, lo cual podría hacerse en un estudio posterior.

El testigo H-34 con 85 días y el de CIMMYT con 83 días, fueron cinco días más precoces que los híbridos PUMAS tardíos. Pero los testigos apenas pasaron de las 5 ton/ha de rendimiento de grano. Varios híbridos PUMAS de similar floración y madurez fisiológica, superaron al H-34 y a la cruza simple del CIMMYT.

Para el caso de días a madurez fisiológica, que es considerada por González (1984) como una característica más exacta para determinar la precocidad de un híbrido, dado que considera el ciclo vegetativo completo de las plantas, y no como la floración que es sólo una etapa intermedia, aunque Aldrich (1974), apunta que la diferencia en cuanto a longitud del período de crecimiento entre los híbridos tempranos y tardíos se sitúa principalmente desde la siembra hasta el alargamiento de los estilos (floración femenina) no entre la salida de los estilos y la madurez; los híbridos que mantuvieron el comportamiento similar al de ambas floraciones, es decir, alto rendimiento y menor precocidad, fueron, aunque sólo el PUMA E17 mostró diferencia estadística significativa con sus 185 días, el PUMA 1157, el PUMA E18 y el PUMA E20. El PUMA E19 y PUMA 1079 aparecieron dentro de los más precoces, junto con el testigo de CIMMYT. El H-34 con 181 días, tuvo menos precocidad.

Se señala que un híbrido o variedad tardía rinde más que un precoz, pero como se pudo constatar en el presente trabajo, esto no siempre es así, ya que el testigo H-34 con 81 días a madurez fisiológica más tardío que el PUMA E19, tuvo menor rendimiento que éste.

Cosa similar ocurrió con una gran cantidad de híbridos PUMAS, desde el 1E al 15E, los cuales aunque resultaron con un ciclo vegetativo más corto que el testigo comercial H-34, tuvieron una capacidad productiva similar o superior a la de éste genotipo.

Los híbridos que superaron estadísticamente al H-34 y al de CIMMYT tuvieron un ciclo vegetativo similar al de éstos.

Con respecto a altura de planta, el testigo H-34 mostró mayor altura de planta que los híbridos más rendidores, y éstos superaron al resto de los genotipos. Un objetivo de los maíces de la UNAM, es disminuir el porte de la planta con el objetivo de facilitar la cosecha además de favorecer la tolerancia al acame, en los resultados obtenidos se observa que en todos los casos los maíces

presentaron menor porte que H-34. Cabe recordar que junto con los testigos H-34 y el de CIMMYT, ese grupo de los más rendidores resultaron ser los híbridos menos precoces o los más tardíos. Y si se considera que las mayores alturas de planta fueron alcanzadas por esos genotipos, entonces, se está de acuerdo con lo que Major (citado por Gómez, 1988) menciona, establece que el tamaño de la planta madura es determinado por la duración de la fase vegetativa, puesto que las plantas de floración tardía poseen un mayor número de hojas y por consecuencia, también tienen más entrenudos y son más altas que las de floración temprana.

Sin embargo, a pesar de que para el caso de los híbridos más rendidores, se da una relación muy estrecha entre rendimiento, floración (o madurez fisiológica) y altura de planta, es decir, a mayor altura de planta y ciclo vegetativo más tardío hay más rendimiento, no es así para el caso de los testigos, sobre todo del H-34 que resultó, si bien, no diferente estadísticamente con ese grupo de híbridos más rendidores, sí lo fue numéricamente, ya que los superó en forma importante en cuanto a altura de planta y resultó más tardío, pero no mostró la misma capacidad productiva.

El menor porte que tuvieron los híbridos más rendidores con respecto al H-34 incluyendo al testigo de CIMMYT, les redituaron en una buena resistencia al acame, al contrario del H-34, cuya resistencia casi fue escasa o nula, lo que repercutió para que no expresara toda su capacidad productiva.

Cabe aclarar que los maíces PUMAS han sido manejados sin atierre o segunda escarda lo cual les permite expresar su tolerancia al acame, no así al H-34 que se vió seriamente afectado cuando se maneja sin atierre.

En altura de mazorca el H-34 superó al resto de los híbridos, ésta característica no es deseable, dado que dificulta la cosecha, ya que se tiene que realizar en forma manual, cosa que aumenta el tiempo en que se efectúa la misma, lo que incrementa el costo de producción, y por ende los beneficios serán menores. Lo anterior es superado por híbridos como el PUMA E17, PUMA 1157, PUMA E18, PUMA

E19, PUMA 1079 y PUMA E20, que además de presentar mazorcas a menor altura que las del H-34, lo cual facilita la cosecha y disminuye el tiempo de la misma, dado que es muy factible que se efectúe en forma mecanizada, incrementando los beneficios; está el que sean mucho más rendidores que ese testigo; además de presentar plantas que son atractivas a la vista del productor, dado que no ahijan y son más uniformes y de menor porte de planta y mazorca.

VARIABLES COMO PESO DE 200 SEMILLAS Y PESO VOLUMÉTRICO, SEÑALA ESPINOSA (1985), además de que están relacionadas con el rendimiento ayudan a complementar la definición para la calidad de líneas e híbridos. Por ejemplo el PUMA 1157, y los PUMAS E18, 1079, E21, E19, E20 y E17 que fueron los más rendidores también fueron en ese orden los que mayor peso de 200 granos mostraron, teniendo valores por encima de 60 gramos.

En el caso del testigo de CIMMYT y del H-34 que también pasaron los 60 gramos no tuvieron buenos rendimientos, se explica sobre todo por el hecho de que como señala Martínez (1990), el peso volumétrico en maíz, aunque influenciado por el genotipo, debe ser de 74 a 76 kilos por hectolitro con semilla seca (12% de humedad), un peso menor puede indicarnos semilla que proviene del campo donde hubo algún problema, como falta de humedad, acame, etc., que provocó avenamiento de la semilla. Precisamente, debido a que quedó de manifiesto que el H-34 no es resistente al acame, su semilla lo resintió y por consecuencia su peso volumétrico fue el más bajo, 698.00 Kg/Hectolitro, reflejándose en un bajo rendimiento.

La mayoría de los híbridos evaluados entraron en ese rango de peso volumétrico, lo cual indica que el manejo fue el adecuado y su comportamiento aceptable bajo las condiciones ambientales en las que se desarrollaron.

En el caso del híbrido simple testigo de CIMMYT, con base en que su valor de peso volumétrico fue de 753.2 Kg/Hl, no obstante su bajo rendimiento, la calidad de su semilla quedó de manifiesto.

Como fue evidente los híbridos PUMAS 1157, 1079, E17, E18, E19 y E20 mostraron además de mejor rendimiento por hectárea que los testigos, específicamente que el H-34, mejores características agronómicas, lo cual les otorga buenas perspectivas, dado que si en trabajos posteriores su comportamiento es similar al de este año, pueden ser utilizados por parte de los agricultores de esta región de los Valles altos.

Además de que mostraron que se adaptan o se desarrollan favorablemente bajo las condiciones ambientales, lo cual quiere decir que el periodo en el cual hay presencia de temperaturas y precipitaciones óptimas, sin ocurrencia de heladas, (estación de crecimiento), coincide con sus requerimientos.

Y esto es porque su ciclo vegetivo como el del H-34, testigo, que es el híbrido más utilizado en la región, es de precocidad intermedia, pero a diferencia de este, aprovecharon de manera más eficiente esas condiciones favorables gracias a su alto potencial de producción que le confiere su conformación genética.

VI. CONCLUSIONES.

En base a los objetivos e hipótesis planteadas, y a los resultados obtenidos durante el presente experimento efectuado en el ciclo p-v del año 1992, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.- Los híbridos trilineales PUMA 1157, PUMA E18, PUMA E17 y PUMA E19 superaron estadísticamente al híbrido simple testigo de CIMMYT y al híbrido comercial H-34, en cuanto a capacidad de rendimiento.
- 2.- Los híbridos PUMAS 1157, PUMA E21, PUMA E18 y PUMA 17 además presentaron menor altura de planta y mazorca, lo cual les da ventaja en relación con tolerancia al acame, así como en aspectos de manejo agronómico y cosecha.
- 3.- Los híbridos PUMAS mostraron floración masculina y femenina más retrasada con respecto a los testigos, sin embargo, el nivel productivo podría permitir su aprovechamiento en la estación de crecimiento de la zona de Cuautitlán, ubicada dentro de los Valles Altos.
- 4.- Sería conveniente evaluar los híbridos PUMAS dividiéndolos en base al ciclo vegetativo y comparando los híbridos tardíos con un maíz de riego.

VII. BIBLIOGRAFIA.

- Aldrich, S. R. y E. R. Leng. 1974. Producción Moderna del Maíz. Trad. Ingenieros Agrónomos Oscar Martínez Tenreiro y Patricia Leguisamin. Editorial Hemisferio Sur. 308 p.
- Alemán D., C. A. 1981. Evaluación de seis cruzas simples de maíz (*Zea mays L.*), sus progenitores y dos cruzas de tres líneas en Apodaca, N. L. Tesis de Licenciatura. ITESM. Monterrey, N. L. 64 p.
- Arenas, C.A. 1992. El control legal y fitosanitario como primera línea de defensa en la protección del cultivo del maíz. En: Memorias del Tercer Simposium Nacional: El maíz en la década de los 90. S.A.R.H. Del. Jalisco. Zapopan, Jal. 3-6 de marzo de 1992.
- Avila C., J.A. 1990. Capacidad de rendimiento de variedades de maíz (*Zea mays L.*) precoces evaluados en temporal retrasado de Valles Altos. Tesis de Licenciatura. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx. 71 p.
- Barrientos P., F. 1956. Herencia de la precocidad en los maíces de altura. México, D.F. Tesis de Licenciatura. ENA. Chapingo, Méx. 36 p.
- Bartolini, R. 1990. EL MAIZ. Versión española: A. Rodríguez del Rincón. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 276 p.
- Carcaño S. L., R. J. 1987. Análisis retrospectivo de la producción de maíz en México: 1950-1983. Tesis de Licenciatura. UACH. Chapingo, Méx. 61 p.

CIMMYT. 1987. Hechos y tendencias mundiales relacionadas con el maíz. México. El Centro.

Claire I., V. T. 1990. Aumento del potencial de rendimiento mediante alternancia de hibridación y selección en maíz (*Zea mays L.*) Montecillo, Méx. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados, Méx. 127 p.

Colegio de Postgraduados. 1977. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Chapingo, Méx.

De la Teja A., Orlando. 1982. Estudio de las características edáficas de los suelos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Depto. de Ciencias Agrícolas. FES-C UNAM. 12 p.

Espinosa C., A. 1982. Endogamia y Heterosis. En: Presentación sobre metodologías de la investigación en maíz. Pablo Aguilar Figueroa et al. (eds.). SARH. INIA. Chapingo, Edo. de Méx. págs. 20-22.

_____. 1985. Adaptabilidad, productividad y calidad de líneas e híbridos de maíz (*Zea mays L.*). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 174 p.

_____. 1989. Aprovechamiento de una cruza simple de maíz a través de la tecnología de producción de semillas. Premio César Garza. AMSAC. 1989. Red de Tecnología de Semillas. INIFAP, SARH.

_____. 1991. Problemática de la conformación de híbridos simples, trilineales y dobles de maíz para elevar la productividad y facilitar la producción de semillas. CEVAMEX, CIFAPMEX, INIFAP.

- _____ y A. Carballo C. 1986. Productividad y calidad de semillas en líneas e híbridos de maíz (*Zea mays L.*) para la zona de transición "El Bajío-Valles Altos" de México. *Fitotecnia* 8: 35-53.
- García D.T., L.M. 1989. Rendimiento de híbridos simples, dobles y de tres líneas de maíz (*Zea mays L.*) limitaciones y ventajas de la producción de sus semillas. Tesis de Licenciatura. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx. 73 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2da. Edición. Dirección General de Publicaciones. UNAM. México. 246 p.
- Gómez G., J.L. 1988. Floración, madurez fisiológica y período de llenado de grano en híbridos modernos de maíz de cruza simple de Valles Altos. Tesis de Licenciatura. UNAM. Cuautitlán Izcalli; Edo. de Méx. 92 p.
- González D., L. 1987. Estructura de dos poblaciones de maíz (*Zea mays L.*) y posibilidades de seleccionar genotipos superprecoces de alto rendimiento. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, Méx. 91 p.
- FAO. 1968. Definitions of soils units for the soil map of the world. UNESCO. Roma.
- Jaramillo V, V. 1992. La importancia forrajera del maíz. En: Memorias del Tercer Simposium Nacional: El maíz en la década de los 90. S.A.R.H. Del. Jalisco. Zapopan, Jal. 3-6 de marzo de 1992. pp. 77-81.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Jugenheimer W., R. 1990. MAIZ. Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Trad. R. Piña G. Ed. LIMUSA. México, D.F. 834 p.
- López H., A. 1975. Fechas de siembra en Valles Altos para comprobar la relación de la coloración de maíz con la precocidad y la producción. Tesis de Licenciatura. Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, México. 80 p.
- Martínez C., J. J. 1990. Calidad de Semilla. En: Memoria del Curso Teórico-Práctico de Capacitación sobre el cultivo de maíz. Palafox C., A. y V. H. Díaz. (comps.). Veracruz, Ver. Abril de 1990. Págs. 67-71.
- Martínez S., J. y Vega G., S. 1987. Análisis de crecimiento y componentes de rendimiento de siete variedades de maíz bajo el efecto de la fertilización N, P, K y densidad de plantas en Calimaya, Edo. de México. Tesis de Licenciatura. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de México. 132 p.
- Martínez S., J. 1991. La semilla mejorada en la producción agrícola. En: Curso de Actualización para Asesores Técnicos Agrícolas. SARH. UACH. (ed.).
- Orozco H., G. 1988. Estabilidad en rendimiento de variedades de maíz (*Zea mays L.*) en la región norte de México. Tesis de Licenciatura. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de México. 97 p.
- Pavón R., V. M. 1985. Correlación de componentes de rendimiento en seis variedades de maíz (*Zea mays L.*), realizado en el poblado de Dos Ríos, del Municipio de Huixquilucan, Edo. de México. Tesis de Licenciatura. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx. 76 p.

- Peña O., M. G. Caracterización y selección de líneas precoces de maíz en base a mínima duración de etapas fenológicas. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 98 p.
- Poehlman, J. M. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. Vers. Española: Nicolás Sánchez Durón. Ed. Limusa. Méx. 453 p.
- Reyes C., P. 1985. Fitogenotecnia básica y aplicada. A.G.T. Editor. México, D.F. 460 p.
- Reyes C., P. 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor. México, D.F. 460 p.
- Samayoa A., E. 1992. Aportaciones del INIFAP para incrementar la producción de maíz en México. En: Memorias del Tercer Simposium Nacional: El maíz en la década de los 90. S.A.R.H. Del. Jalisco. Zapopan, Jal. 3-6 de marzo de 1992. pp. 193-202.
- Tanaka A. y Yamaguchi J. 1984. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. (Trad. Josué Kohashi Shibata). 3ra. Edición. Colegio de Postgraduados, México. 120 p.
- Torres, M. C. 1992. La importancia alimentaria y la balanza producción-consumo del maíz. En: Memorias del Tercer Simposium Nacional: El maíz en la década de los 90. S.A.R.H. Del. Jalisco. Zapopan, Jal. 3-6 de marzo de 1992. pp. 53-70.