



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"CAPACIDAD PRODUCTIVA DE MAIZ DE RIEGO
BAJO DOS DENSIDADES DE POBLACION EN EL
VALLE DEL MEZQUITAL"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO-AGRICOLA

P R E S E N T A :

PEDRO CRUZ GARCIA

A S E S O R E S :

M.C. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERON

M.C. MARGARITA TADEO ROBLEDO

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



INSTITUTO 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 FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

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

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

Capacidad productiva de maíz de riego bajo dos densidades
de población en el Valle de Mezquital.

que presenta el pasante: Pedro Cruz García
con número de cuenta: 9156891-9 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola ; en colaboración con :

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 28 de febrero de 1995.

PRESIDENTE	<u>Dr. Aquiles Carballo Carballo</u>	
VOCAL	<u>M. en C. Margarita Tadeo Robledo</u>	
SECRETARIO	<u>M. en C. Hilda Carina Villar</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>M. en C. Alejandro Espinosa Calderón</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Vicente Silva Carrillo</u>	

DEDICATORIA

A mis padres Juan y María, como tributo al gran esfuerzo que realizaron, en el afán de proporcionar a sus hijos la educación que los posibilitara una vida mejor, y han sido ejemplo de rectitud, honestidad y trabajo.

A a mis hermanos Angel, Minerva, Juan y Javier porque siempre estamos unidos y por su apoyo y comprensión.

A Mis amigos, Compañeros y maestros de la carrera de Ingeniería Agrícola.

AGRADECIMIENTOS

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

A Fundación UNAM por darme la oportunidad de obtener una beca para realización de la tesis profesional.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y en especial a la carrera de Ingeniería Agrícola por haber contribuido a mi formación y al fortalecimiento de mis estudios profesionales.

Al M.C. Alejandro Espinosa Calderón por su estímulo, apoyo y sugerencia para la realización de esta tesis y por su paciencia.

A la M.C. Margarita Tadeo Robledo por su apoyo y contribución para poder terminar este trabajo.

Al Dr. Aquiles Carballo Carballo por las sugerencias,

Al Ing. Lazaro Simón y al Ing. Daniel Mota de la SAGDA por proporcionarme algunos materiales para el presente trabajo, su amistad y apoyo.

Al Ing. Angel Piña del Valle por su apoyo en la realización de este trabajo

A los miembros del jurado:

***Dr. Aquiles Carballo Carballo
M.C. Margarita Tadeo Robledo
M.C. Hilda Carina
M.C. Alejandro Espinosa Calderón
Ing. Vicente Silva***

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

A todos los maestros que contribuyeron a mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros por brindarme su amistad.

*De todos los oficios lucrativos,
ninguno mejor, ni más productivo,
ni más agradable, ni más digno de
hombre libre que la agricultura.*

Cicerón

INDICE

Lista de cuadros y figuras.....	X
Resumen.....	XII
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivo.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Hibridación.....	4
2.2. Tipos de híbridos.....	6
2.2.1. Híbridos de tres líneas.....	7
2.2.2. Híbridos de cruce doble.....	8
2.3. Endogamia.....	10
2.4. Heterosis.....	12
2.5. Rendimiento.....	14
2.6. Densidad.....	17
2.7. Adaptación.....	19
2.8. Antecedentes de mejoramiento genético en la zona de transición.....	22
III. MATERIALES Y METODOS.....	25
3.1. Localización.....	25
3.2. Condiciones ambientales.....	25
3.3. Material genético.....	25
3.4. Diseño experimental.....	27
3.5. Análisis estadístico.....	27
3.6. Manejo agronómico.....	27
3.6.1. Preparación del terreno.....	27
3.6.2. Siembra.....	28
3.6.3. Fertilización.....	28

3.6.4. Control de malezas.....	28
3.6.5. Control de plagas.....	28
3.6.6. Cosecha.....	28
3.7. Variables a registrar.....	29
3.7.1. Días a floración masculina.....	29
3.7.2. Días a floración femenina.....	29
3.7.3. Altura de planta.....	29
3.7.4. Altura de mazorca.....	30
3.7.5. Acame de tallo.....	30
3.7.6. Cuateo.....	30
3.7.7. Sanidad de mazorca.....	30
3.7.8. Mazorcas buenas y mazorcas malas.....	30
3.7.9. Calificación de mazorca.....	31
3.7.10. % de materia seca.....	31
3.7.11. Longitud de mazorca.....	31
3.7.12. Número de granos por hilera.....	31
3.7.13. Número de hileras por mazorca.....	32
3.7.14. Diámetro de mazorca.....	32
3.7.15. Diámetro de olote.....	32
3.7.16. Peso de 200 granos.....	32
3.7.17. % de grano.....	32
3.7.18. Peso volumétrico.....	33
3.7.19. Rendimiento.....	33
IV. RESULTADOS.....	34
4.1. Análisis de varianza.....	34
4.2. Comparación de medias para densidades.....	36
4.3. Comparación de medias para genotipos.....	36

4.4. Interacciones de genotipo-densidad.....	48
V. DISCUSION.....	49
VI CONCLUSIONES.....	55
VII. BIBLIOGRAFIA.....	56

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.

CUADROS

- Cuadro 1. Híbridos de maíz evaluados en el Valle del Mezquital.. 26**
- Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz en el Valle del Mezquital..... 35**
- Cuadro 3. Resultados obtenidos en la comparación de medias (Tukey $p=0.05$) de diversas variables evaluadas bajo dos densidades de población de 13 híbridos de maíz en el Valle del Mezquital. 37**
- Cuadro 4. Comparación de medias (Tukey $p=0.05$) de rendimiento, floración masculina, floración femenina de maíces híbridos.. 39**
- Cuadro 5. Comparación de medias (Tukey $p=0.05$) de altura de planta, altura de mazorca, mazorcas buenas y mazorcas malas de maíces híbridos..... 41**
- Cuadro 6. Comparación de medias (Tukey $p=0.05$) de acame, cuateo, sanidad de planta y sanidad de mazorca de maíces híbridos... 43**
- Cuadro 7. Comparación de medias (Tukey $p=0.05$) de cobertura de mazorca, longitud de mazorca, hileras por mazorca y granos por hilera de maíz..... 45**

Cuadro 8. Comparación de medias (Tukey $p=0.05$) de diámetro de mazorca, diámetro de olate, peso volumetrico y peso de 200 granos de maíz.....	47
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

FIGURAS.

Figura 1. Interacción de genotipo-densidad en rendimiento de 13 híbridos de maíz bajo dos densidades de población.....	50
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

RESUMEN.

El Valle del Mezquital está ubicado en el estado de Hidalgo a una altitud comprendida entre los 1,700 y 2,000 msnm. En este Valle se cultivan aproximadamente 40 mil hectáreas con maíz de riego, que equivale al cuatro por ciento del área nacional irrigada ocupada por este cultivo.

En el ciclo primavera-verano de 1994, se llevó a cabo la evaluación de un grupo de maíces híbridos que a continuación se mencionan: H-149, H-311, Jomalero 2, B-830, A-7520, Puma 1157, D-856, A-773, A-791, AN-447, B-445, B-884 y como Testigo del estudio el híbrido comercial H-135.

Dado que es urgente obtener altos rendimientos y con la necesidad de generar nuevos híbridos que representen una alternativa con mayor capacidad de rendimiento a los materiales que se utilizan localmente, respecto a las exigencias de los productores de la región; El objetivo del presente trabajo fue determinar la capacidad productiva de grano de los diferentes híbridos ya mencionados.

La siembra se realizó el 26 de marzo de 1994, en Tlaxcoapan localizado en el Valle del Mezquital; con una fórmula de fertilización de 120-60-00 (Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente). El diseño experimental consistió en un bloques completamente al azar con cuatro repeticiones; la parcela experimental contó con 4 surcos de 5 metros de largo por 0.80 metros de ancho, la parcela útil la constituyeron los dos surcos centrales.

Todos los híbridos se evaluaron bajo dos densidades de población; una de 80,000 plantas por hectárea y la otra de 60,000 plantas por hectárea, bajo condiciones de riego.

Se utilizó un diseño de bloques, completamente al azar analizándose en forma factorial, la comparación de medias (Tukey al 0.05 de probabilidad) se efectuó para cada una de las variables evaluadas, las cuales fueron: Rendimiento de grano, días a floración masculina y femenina, días a madurez fisiológica, altura de planta y mazorca, acame de tallo, longitud de mazorca, número de granos por hilera, número de hileras por mazorca, cuateo, peso de 200 granos, peso volumétrico.

Los resultados indican que la densidad de población de 80,000 plantas por hectárea en todos los genotipos propicia mayor rendimiento.

Los híbridos que exhibieron mejor rendimiento fueron: Puma 1157 con 14,248 kg/ha, H-149 con 13,268 kg/ha, H-135 con 13,138 kg/ha. y A-791 con 13,058 kg/ha.

El híbrido Puma 1157 presentó características agronomicas deseables como es su altura de planta intermedia-baja, ausencia de hijos, lo cual aunado a su buena expresión de rendimiento comercial que le da posibilidades de uso extensivo.

El híbrido H-149 mostró mayor altura de planta y mazorca, lo cual si bien es una posibilidad para uso en forraje le da una desventaja en producción de grano por su tendencia al acame, así como dificultad para su cosecha.

Con lo que respecta al híbrido A-791 mostró mayor diámetro de olote por lo que tiene un 70% de grano mientras que los de más tienen en su mayoría un 80% o mayor porcentaje de grano.

I. INTRODUCCION.

El maíz, especie cultivada por tradición en México, es la principal fuente alimenticia en la dieta de los mexicanos; Es por esto, que su cultivo se ha extendido tanto geográficamente como en el número de variedades e híbridos que se han adaptado a las diferentes localidades proporcionando un alto rendimiento bajo condiciones óptimas.

Tanto a nivel nacional como regional el incremento de la producción de grano debe darse en base al aumento de la producción por unidad de área básicamente en virtud que la superficie sembrada es difícil que aumente, más bien es probable que se estabilice e incluso que en el futuro disminuya por el bajo precio de este cereal. lo cual paulatinamente se agudizará de acuerdo con la liberalización del precio y las reglas establecidas en el Tratado de Libre Comercio.

Los híbridos tienen una gran importancia dentro de la tecnología moderna de producción ya que ofrecen uniformidad en floración, altura de planta, madurez fisiológica, resistencia al acame y enfermedades lo cual permite la aplicación de una mejor tecnología, además de la posibilidad de lograr plantas de porte bajo, que soporte mayor densidad de población, por ende una mayor producción de grano.

Otro aspecto importante dentro de las características de los híbridos es su ciclo vegetativo, el cual debe estar acorde con el ambiente disponible, de esta forma híbridos tardíos cuando se desarrollan bajo condiciones óptimas superan en producción de grano a aquellos de ciclo intermedio y precoz, sin embargo siempre será conveniente híbridos precoces con buen potencial de rendimiento,

que además de escapar a condiciones adversas exploten en forma óptima el alto potencial de rendimiento de las áreas de riego y de muy buen temporal superando a los materiales tardíos (Martínez, 1994).

El Valle del Mezquital es una de las regiones maiceras donde tradicionalmente se obtienen rendimientos excelentes, al grado de ubicarse como una de las zonas con mayor potencial de rendimiento a nivel nacional. En el Valle del Mezquital se siembran aproximadamente 40,000 ha. de maíz de riego con una producción media de 4.5 ton/ha.

Entre los híbridos que se utilizan en el Valle, el de mayor uso es el híbrido H-135 que se emplea en más del 60% de la superficie sembrada lo cual se debe a que además de adaptarse muy bien, su potencial de rendimiento es superior a las ocho toneladas por hectárea, siendo frecuentes producciones de 10 toneladas por hectárea cuando se maneja el cultivo adecuadamente. Anterior al H-135, fueron liberados para el Valle del Mezquital los híbridos H-129 en 1962 y en 1971 el híbrido H-133 (Espinosa y Carballo, 1987).

En los últimos cinco años, en el Valle del Mezquital 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. El híbrido H-135 tiene buena aceptación, y demanda, además de PRONASE, este material es producido y comercializado por Cargill, Aspros, Berentsen, Correa, Centruy etc. Sin embargo hay inquietud por conocer y utilizar mejores materiales razón por la cual se han probado y utilizado otros maíces, en la región se han introducido híbridos de la UAAAN así como de la UACH y empresas privadas, nacionales y transnacionales (Asgrow, Pioneer,

Dekalb, etc). Ante la necesidad por contar con híbridos de mejor potencial de rendimiento y características agronómicas favorables, la UNAM inició en 1984 un proyecto en "SEMILLAS" el cual contempló como parte fundamental el mejoramiento genético y producción de semillas en maíz, producto de este trabajo y en colaboración con otras instituciones como el CIMMYT, el INIFAP y la PRONASE, en 1994 se anunciaron oficialmente los dos primeros híbridos que en forma comercial se llaman PUMA 1157 y PUMA 1159.

Este tipo de maíces han sido evaluados en diferentes ensayos, en este trabajo se utilizó el maíz híbrido Puma 1157 para compararse con otros materiales que se han tratado de introducir al Valle.

1.1. Objetivo.

- 1.- Determinar la capacidad productiva de diferentes híbridos de maíz disponibles para el Valle del Mezquital, bajo dos densidades de población.

1.2. Hipótesis.

- 1.- Existen mejores híbridos de maíz con características agronómicas deseables y mayor rendimiento, en comparación con el híbrido de maíz H-135 recomendado actualmente.
- 2.- En base a los híbridos y a la densidad de población empleada se expresará una respuesta diferencial en rendimiento.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Híbridos

Shull retoma los logros de muchos brillantes investigadores que desde finales del siglo XVIII al descubrir los efectos de la endogamia y señala la manifestación del alto vigor de los híbridos (Reyes, 1990).

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

En la generación de híbridos de maíz, los progenitores desempeñan un papel importante. (Castellanos, 1992).

Un programa tendiente a la formación de híbridos se inicia con la derivación de líneas autofecundadas a partir de una población variable. En el proceso de avance endogámico se practica selección por caracteres de interés agronómico: sin embargo, el valor de una línea se complementa con la selección por aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica.

Una vez identificadas las líneas superiores: estas pueden utilizarse en la formación de híbridos de cruza simple, trilineales y de cruza doble (Carballo, 1992).

La formación de líneas puras es básica para tener éxito en la hibridación; por lo mismo, durante la formación de ellas, se debe realizar una selección entre líneas y otra dentro de líneas con objeto de eliminar aquellas plantas que presenten características indeseables; entre otras, tendencias al acame, plantas

raquíticas, plantas cloróticas o con albinismo, plantas con susceptibilidad a enfermedades (Robles, 1978).

En la actualidad el método que generalmente se usa para producir híbridos, es obtener por medio de autofecundación líneas homocigotes, y luego para probar su habilidad combinatoria, hacer entre ellas todos los cruces posibles. Las líneas autofecundadas deseables se conservan aisladas para mantener su pureza genética (Emsweller, 1986).

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 puede obtenerse cientos de granos en una mazorca a partir de una sola polinización en un tiempo relativamente corto (Jugenheimer, 1990).

La producción de híbridos en base a líneas con alto nivel de endocria es considerada una de las mejores alternativas para aquellas áreas que presentan condiciones ambientales y posibilidades de manejo favorables. Híbridos convencionales de líneas endocriadas es la forma más eficiente de explotar la heterosis, en el cual se expresa un incremento de rendimiento en generación F1 de la cruce entre líneas élite que tengan buena aptitud combinatoria sobre los materiales parentales (Castellanos, 1993).

En la formación de híbridos de maíz los progenitores son de vital importancia , tanto por su comportamiento per se en diferentes ambientes así como por su aptitud combinatoria, lo que permite conocer e identificar progenitores con

características deseables lo cual es importante para tener la certeza de formar híbridos y producir semilla (Pérez, 1992).

Una de las características deseadas en los híbridos de maíz que se generan, es que estos aprovechen en su totalidad el potencial ambiental donde son sembrados. La obtención de este tipo de materiales depende mucho del germoplasma utilizado, de su grado de adaptación y de su precosidad. Por lo general, los genotipos tardíos manifiestan rendimientos superiores que genotipos precoces y responden mejor, cuando las condiciones ambientales son adecuadas (Peña y Martín del Campo, 1994).

En base a todo esto, se llega a la conclusión de que el término hibridación es el cruzamiento entre los individuos de constitución genética distinta; es un método para la creación de nuevas variedades, que utilizan las cruzas para obtener recombinaciones genéticas (Poehlman, 1987).

2.2. Tipos 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, a un híbrido doble o de "cuatro vías" o a un híbrido de "tres vías" (Bartolini, 1990).

Es posible formar varios tipos de híbridos, dependiendo del número y el ordenamiento de las líneas puras paternas. Los híbridos comprenden las cruzas

radiales o mestizos, cruza simples, cruza simples modificadas, cruza de líneas hermanas, cruza de tres elementos, cruza de tres elementos modificados, cruza doble, cruza doble progresivas, regresivas simples, múltiples y sintéticos o compuestos (Jugenheimer, 1990; Márquez, 1988).

Poehlman (1987) 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. Que se adapten a la región donde se van a producir.

Los maíces híbridos tienen una gran importancia dentro de la tecnología moderna de producción ya que se buscan características especiales como son: alta producción, sanidad de la planta y mazorca, resistente al acame, y que resistan una alta densidad de plantas por hectárea.

2.2.1. Híbridos de cruza trilineal

El híbrido de cruza triple es la progenie híbrida entre una cruza simple y una línea autofecundada. También se le conoce como de "tres vías" (Poehlman, 1987; Bartolini, 1990).

Es claro que los híbridos trilineales son de mayor potencial para producir que los híbridos dobles y además presentan menos complejidad para la producción de semilla y mantenimiento de la calidad (Espinosa, 1989).

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, 1987; Bartolini, 1990). Estos 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).

En algunos casos se produce 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. Se usan ampliamente en E.U. para la producción de maíz dentado y reventón (Jugenheimer, 1990).

2.2.3. Híbridos de cruce doble

Es el resultado de una cruce entre dos cruces simples (Híbrido de cuatro líneas). La semilla de una cruce doble se produce de una planta de cruce simple que ha sido polinizada por otra de cruce simple altamente productora de polen (Poehlman, 1987).

En México la mayoría de los híbridos utilizados han sido de cruce doble y en general la endogamia de las líneas es baja, es decir de S0 a S4, aún con este nivel de endocria, muchos progenitores presentan limitación en su productividad,

razón que explica el hecho de que se generaran es mayor proporción híbridos dobles, además de que se pretendía lograr un mayor adaptabilidad (Espinosa, 1990).

La semilla de una crusa doble se produce en una planta de crusa simple que ha sido polinizada por otra crusa 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 hembra para producción de semilla con respecto a surcos macho 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; originando una alta producción de grano, mayor sanidad de mazorca y grano, así como reducción del acame; y por lo tanto una uniformidad en altura de planta, floración y maduración.

Sin embargo los híbridos de crusa doble son ligeramente más variables en los caracteres de la planta y la mazorca que las cruas simples o las de tres elementos lo cual puede ser una ventaja cuando el cultivo se siembra bajo condiciones adversas; además de tener el inconveniente de manifestar una potencialidad productiva más baja (Jugenheimer, 1990; Poehlman, 1987; Bartolini, 1990; Reyes, 1990).

En México la mayoría de los híbridos obtenidos se conforman bajo la estrategia de híbridos dobles, sin embargo en los últimos años se han aportado evidencias que comprueban que es factible producir bajo una aceptable

costeabilidad híbridos de tres líneas y aún híbridos simples (Espinosa y Carballo, 1986).

2.3. Endogamia.

Kolreuter (citado por Reyes, 1990) fue el primero que indicó las manifestaciones de mayor vigor de los híbridos y los efectos de la endogamia en tabaco.

El termino endogamia indica una formación 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 fraternal, cruza de medios hermanos, cruza de hermanos completos, etc.; todo esto provoca un fenómeno de depresión en vigor, altura de planta y rendimiento de una planta en comparación con sus progenitores (Reyes, 1985, Espinosa, 1982).

Espinosa (1982) indica que la formación 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 aparentes 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 agronómicamente 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 combinaciones 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).

2.4 Heterosis

La heterosis es el fenómeno biológico más importante en el mejoramiento genético por hibridación (Molina y Yañez, 1994).

La heterosis es un fenómeno en el cual el cruzamiento de dos variedades produce un híbrido que es superior en crecimiento, tamaño, rendimiento o vigor en general.

Allard (1980) designa los términos heterosis y vigor híbrido como sinónimos y los considera como el fenómeno inverso de la degradación que acompaña a la consanguinidad (endogamia).

Dentro de las teorías que explica 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 aportan 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, 1987).

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).

La heterosis es el fenómeno que ocurre cuando se cruzan dos o más líneas, obteniéndose plantas con mayor vigor que sus progenitores, éste será más alto cuando los individuos que lo provocan sean de constitución genética diferentes. A mayor diversidad genética, mayor es el grado de heterosis. La heterosis determina el aumento en crecimiento, tamaño, rendimiento o en vigor general (Espinosa et al 1988; Jugenheimer, 1990).

Los híbridos que comprenden uno o dos progenitores que tienen 18 hileras o más, generalmente no presentan heterosis en el número de hileras, mientras que los híbridos que comprenden progenitores con menos de 18 hileras, casi siempre presentan heterosis para el número de hileras (Jugenheimer, 1990).

La heterosis es el fenómeno inverso a la endogamia y abarca la mayor parte de las consecuencias acarreadas a nivel fenotípico por el estado heterocigote. El vigor híbrido se refiere más específicamente a consecuencias del cruzamiento entre líneas marcadamente diferentes y más correctamente entre subespecies o géneros. (Carballo, 1992).

Generalmente se presentan dos explicaciones para comprender el fenómeno del vigor híbrido (Poehlman, 1987), la teoría de la dominancia asume que los caracteres favorables para vigor están determinados por genes dominantes (Reyes, 1990). La otra teoría es la de la heterocigosis, la cual explica el vigor híbrido sobre la base de alelos heterocigóticos: en una planta

heterocigótica ($a_1 a_2$) se produce una combinación de efectos más favorables para la planta que el efecto producido por cualquiera de los alelos por si solo (Poehlman, 1967).

Carballo (1992) indica las formas de estimar la heterosis:

1. Exceso promedio en vigor de los híbridos F1 en relación al promedio de los progenitores $HF_1 = XF_1 - 1/2 (XP_1 + X P_2)$.
2. Exceso sobre el progenitor con mayor expresión del carácter que se trate.

La importancia y utilización de la heterosis depende de los incrementos del rendimiento, de la adquisición de otros caracteres agronómicos deseados, de la facilidad de la hibridación o del bajo costo de la producción de la semilla. La planta de maíz satisface estos requisitos de una manera excepcional.

La heterosis tiene por resultado el estímulo general de la planta híbrida, afectándola de muchas maneras. Frecuentemente, tiene por resultar el incremento de los rendimiento, plantas más altas, mayor número y peso del grano.

2.5. Rendimiento.

En la producción agrícola se considera dos tipos de rendimiento y el rendimiento biológico (Biomasa total por unidad de superficie en un tiempo dado), el rendimiento agronómico (peso seco del órgano de interés antropocéntrico, por planta o por unidad de superficie por tiempo).

El rendimiento de grano (rendimiento agronómico) ha sido de mayor interés por el hombre y su incremento por planta es el criterio fundamental en el mejoramiento genético del maíz en México y otros países del mundo; dicho rendimiento está en función del genotipo, ambiente que lo rodea y de la interacción de estos factores (Márquez, 1979) manifestado a través de los procesos fisiológicos de la planta (Kohashi, 1979). Por lo tanto, un mayor rendimiento de grano se logra solamente cuando se puede obtener una combinación apropiada de genotipo y ambiente (Yoshida, 1972).

Bolaños y Barreto (1992) indican una fuerte dependencia del rendimiento de maíz en el número de *mz/ha* cosechadas y el peso promedio de estas independiente de los tratamientos experimentales impuestos. A pesar que no detectaron una relación significativa entre rendimiento y *pt/ha* directamente, el número de *mz/ha* es lineal y esta directamente relacionado con el número de *pl/ha*.

Teóricamente, las plantas de maíz con mazorca múltiples deben ser más eficientes que los tipos con una sola mazorca, ya que sólo un pequeño porcentaje de la energía de las plantas se necesitaría para su desarrollo en comparación con el necesario para el desarrollo de las mazorcas. De hecho, los tipos con una sola mazorca han sido los más populares. Los tipos sin ahijamiento generalmente se prefieren para la producción de grano.

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 hilera por mazorca, el número de mazorcas por planta y el número de plantas por unidad de área.

Algunas pruebas realizadas con diferentes tipos de maíces indican que la productividad aumenta según la progresión general del mejoramiento genético practicado en las poblaciones, la cual es: Variedades criollos, Variedades mejoradas de polinización libre, Híbridos mestizos o variantes, Híbridos de cruce doble, híbridos triples, e híbridos de cruce simple (CIMMYT, 1987).

El incremento del rendimiento de grano en maíz se atribuye a modificaciones al sistema de cultivo, tales como el uso de híbridos aptos a la región, óptima densidad de población, buen uso de fertilizantes, control de plagas y combate de malezas y uso de riego.

Borrego (1989) define el rendimiento como un carácter complejo que depende de la interacción de varios componentes fisiológicos, en especial de aquellos que más lo limitan y que hacen variar su expresión entre variedades.

El rendimiento final de un cultivo esta determinado por componentes de rendimiento iniciales, componentes de rendimiento morfológicos, componentes de rendimiento fisiológicos y componentes de rendimiento finales.

Estos componentes de rendimiento, están relacionados o afectados por factores ambientales, factores genéticos, manejo del cultivo y la interacción de cada uno de los factores sobre el cultivo a través de sus diferentes etapas fenológicas.

2.6. Densidad de población.

En el manejo del maíz como en muchos cultivos, el tener una densidad de población adecuada determina los niveles óptimos de rendimiento, y esto es fundamental para cumplir adecuadamente con la demanda de alimentaria de este grano.

Una densidad de población adecuada es importante en el aprovechamiento eficiente de la humedad del suelo, de los nutrientes, del bióxido de carbono de la atmósfera y de la energía radiante (Gómez, 1992).

En México, las investigaciones indican que el número óptimo de plantas por hectárea varía de 20,000 plantas para maíz sin fertilizar en regiones de alturas bajas y medianas sobre el nivel del mar, hasta 80,000 pts/ha en maíz fertilizado en regiones con alturas mayores a 2,000 msnm (Ordaz y Moreno 1968).

Si la densidad óptima de siembra es de 50 a 60 mil pl/ha, esto significa que muchas plantas no llegan a producir mazorca o mueren durante el ciclo. La baja densidad de población al momento de la cosecha está claramente asociada a los bajos rendimientos en la región (Bolaños y Pérez 1992).

Poehlman (1987) indica que los híbridos de tallo corto suelen producir mazorca pero su rendimiento total se ve aumentado debido al incremento de la densidad de población.

La tolerancia a densidad ha sido una de las causas del aumento en rendimiento de los cultivares de maíz modernos (Pandey y Gardher, 1992). Mientras que los híbridos disponibles en la zona templada tienen densidades óptimas mayores a las 70 mil pl/ha, los cultivares tropicales de maíz las tienen aún por debajo de 50 mil pl/ha (Fischer y Palmer, 1984; Bolaños y Perez, 1992).

Los estudios realizados por Ortiz *et al* durante 1984, manifiestan que los incrementos en la densidad de población ocasiona una disminución progresiva y lineal de la producción de materia seca y del rendimiento de grano por planta. Estas pérdidas se atribuyen a un decreciente tamaño y número de mazorcas producidas por planta y que a su vez conducen a un menor número de granos por planta. La reducción en el número de mazorcas por planta es causada por un aumento en la proporción de plantas que no producen mazorca; esto se explica por el considerable retraso en el desarrollo de los órganos reproductivos femeninos asociados con las altas densidades de población.

Hurtado (citado por Espinosa, 1985) señala que manejando líneas, compuestos balanceados y sintéticos de maíz para definir la competencia interpoblacional, se produjo una fuerte reducción del número de hijos, de mazorcas y rendimiento de grano al aumentar la densidad de población, lo cual se explica por la competencia de espacio, luz y nutrientes.

La densidad de plantas está estrechamente relacionada con el rendimiento del maíz. El mejoramiento de los híbridos también es un factor importante en el incremento de los rendimientos. Los híbridos más recientes están adaptados a mayor densidad de plantas y altas fertilizaciones. (Jugenheimer, 1990).

El aumento de la densidad de población ocasionó un atraso en la floración femenina y aumento en el índice de área foliar. El rendimiento por parcela y el número de plantas por mazorca fue variable dependiendo de las variedades. Las variedades cuando son mejoradas en condiciones ambientales críticas, muestran un mejor comportamiento en condiciones óptimas (Lakani y Russel, citados por Torrico 1973).

En la investigación hecha por Gonzales *et. al.* (1984) menciona que el rendimiento biológico por planta, el rendimiento de grano por planta y sus componentes (número de granos, tamaño del grano, número y tamaño de la mazorca, mazorca por planta, etc.) se reduce en forma lineal al aumentar la densidad de población debido a una mayor competencia entre plantas.

Goldosworthy y Colegrove (1974) por su parte señala que el incremento en el rendimiento se atribuye a un mayor número de plantas por hectárea y un mayor número de granos por metro cuadrado.

2.7. Adaptación

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 (1987), 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 sequía.
- 4.- La respuesta 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 requiere de materiales capaces de tener los más altos rendimientos bajo condiciones óptimas, sino genotipos con amplia adaptación que obtengan 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.

Reyes (1990) señala que en todas las regiones maiceras hay una época de siembra dentro de la cual se debe ajustar la mejor fecha de 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.

Las plantas son muy susceptibles a las altas temperaturas en los períodos 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 congelación ocurren en las primeras fases de desarrollo (8 a 10 cm de la planta) pueden recuperarse lentamente. Si las temperaturas de congelación ocurren en estado lechoso los daños son severos (Reyes, 1990).

El conocimiento de las temperaturas es fundamental para seleccionar la fecha óptima de siembra, elegir aquellas épocas libres de heladas en la generación, 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. En la franja maicera de Estados Unidos, las temperaturas diurnas del verano alcanzan un período 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 y 27 °C, y el período libre de heladas en el ciclo agrícola variable de 120 a 180 días.

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 precóz, 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.

2.8. Antecedentes de mejoramiento genético en la zona de transición.

La zona de Transición el Bajío-Valles Altos se ubica en altitudes de 1,700 a 2,200 metros sobre el nivel del mar. En esta zona del país se siembran más de 250 mil hectáreas de maíz de riego, las cuales representan un potencial de producción, que se puede aprovechar con híbridos de alta capacidad de rendimiento. Entre los estados de la República que cuentan con áreas cultivadas bajo condiciones de riego en la zona de transición, están los siguientes: Hidalgo, Puebla, México, Querétaro, Oaxaca, Michoacán, Guanajuato, Aguascalientes, Durango, Zacatecas, Jalisco y San Luis Potosí (Espinosa y Carballo, 1986).

A partir de 1940, año en que se inició la investigación en mejoramiento genético de maíz en México, se han obtenido más de 130 variedades mejoradas, en la mayoría de los casos con ventajas que justifican su utilización en comparación con los materiales que les precedieron. Desafortunadamente, el área de tecnología de producción de semillas ha estado desvinculada del mejoramiento genético, lo cual ha acreado serias dificultades (Espinosa, 1990).

Los primeros logros obtenidos para condiciones de riego de la zona de transición fueron: una variedad de polinización libre tipo marceño que se denominó V-30 luego el híbrido H-126 y en 1962 el híbrido H-129; todos ellos

con ventajas de tipo agronomico y una ligera superioridad en rendimiento sobre los criollos. (SARH, 1981).

En 1971 se liberó el maíz híbrido H-133 específico para la zona de transición, el cual involucró materiales genéticos de Valles Altos, Bajío y Trópico, y tuvo buen comportamiento en la zona durante diez años. Debido a la falta de coincidencia a floración de los progenitores, ahijamiento del progenitor femenino y dureza del raquiz de la espiga lo que dificulta el desespigamiento; la producción de semilla certificada de alta calidad de dicho híbrido resultó difícil; aunado a estos problemas de 1984 a 1986 se detectó que el H-133 fue afectado por la enfermedad del carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana* Kuhn Clinton), la cual reduce considerablemente la producción y en consecuencia limita el uso de este híbrido (Espinosa y Carballo, 1986).

En 1981 se realizaron ensayos comparativos de los nuevos híbridos con el H-133 y la variedad criolla local como testigo, en donde el H-135 sobresalió en forma consistente. Estos resultados se confirmaron experimentalmente y comercialmente mediante ensayos de rendimiento establecidos de 1982 a 1986 en varios estados como: Hidalgo, Durango, Michoacán, Guanajuato, San Luis Potosí, Oaxaca, finalmente el H-135 fue liberado en 1987, adoptándose rápidamente por los agricultores de distintos estados de la República, al grado que es uno de los maíces más vendidos actualmente (Espinosa y Carballo 1986).

En 1990 se liberó comercialmente el híbrido H-149 el cual no se extendió como había ocurrido con el H-135.

En los cinco últimos años, en la región se ha incrementado la participación de empresas y entidades que efectúan mejoramiento genético para tratar de ofrecer híbridos de maíz que presenten una alternativa para aumentar el rendimiento por unidad de área sembrada.

III MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El experimento se realizó el 29 de marzo de 1994, bajo condiciones de riego, se estableció en el municipio de Tlaxcoapan, ubicado en el Valle del Mezquital en el Estado de Hidalgo., que se encuentra entre los paralelos 20° 04' y 20° 08' de latitud norte, 99° 10' y 99° 18' de longitud oeste, a una altura de 2,100 msnm.

3.2. Condiciones ambientales.

En el área de estudio, el clima de acuerdo a la clasificación climática de Koppen, modificada por García, es BS1, w (w") k (i') g que corresponde al tipo seco, el menos seco de los secos, con lluvia de verano, con un por ciento de lluvia invernal menor de 5, templado con verano calido, con presencia de sequía intraestival, poca oscilación de temperatura y la mancha de temperatura es de tipo gangética.

3.3. Material genético.

Se evaluaron 13 híbridos, comerciales y experimentales, bajo dos densidades de población una de 60,000 y otra de 80,000 plantas por hectarea que se enlistan en el Cuadro 1.

**CUADRO 1. Híbridos de maíz evaluados en Tlaxcoapan ,
Hidalgo, ubicado en el Valle del Mezquital.**

MATERIAL GENETICO	TIPO DE HIBRIDO	PROCEDENCIA
H-135	TRILINIAL	PRONASE
H-149	TRILINIAL	PRONASE
PUMA-1157	TRILINIAL	UNAM
A-791	TRILINIAL	ASGROW
A-7520	TRILINIAL	ASGROW
JORNALERO-2	VARIANTAL	UACH
AN-447	TRILINIAL	UAAAN
B-830	DOBLE	DEKALB
A-773	DOBLE	ASGROW
D-856	DOBLE	DEKALB
H-311	DOBLE	PRONASE
B-844	DOBLE	DEKALB
B-445	DOBLE	DEKALB

3.4. Diseño experimental.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 13 tratamientos. La parcela experimental estuvo constituida por cuatro surcos de 5 metros de largo por 80 centímetros de ancho cada uno, tomándose, los dos surcos centrales de cada repetición como parcela útil.

3.5. Análisis estadístico.

El análisis estadístico se realizó como factorial, para la comparación de medias se empleó el método de Tukey al 0.05 de probabilidad. Los factores evaluados en el factorial fueron genotipos, densidades y la interacción genotipo-densidad.

3.6. Manejo agronómico.

3.6.1. Preparación del terreno.

La preparación consistió en una limpieza de la maleza mediante el uso de una rastra de discos y posteriormente se hizo una roturación con remoción de la capa arable utilizando un arado de discos a una profundidad de 0.30 m y finalmente se desmenuzó con una rastra convencional.

Como actividad de presembrado se trazaron los surcos y se aplicó una dosis de (60-60-00), Nitrogeno, Fosforo y Potasio.

3.6.2. Siembra

La siembra se realizó el 28 de marzo de 1994 en seco y se regó al día siguiente. Se manejaron surcos de bordo 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 bordo en los surcos exteriores de la parcela.

3.6.3 Fertilización.

La primera aplicación de fertilización se realizó al momento de la siembra, con maquinaria a chorrillo, a una dosis de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (60-60-00) respectivamente.

La segunda fertilización se realizó al momento de la escarda, en forma de mateado manualmente, a una dosis de N. P. K. (60-00-00).

3.6.4 Control de malezas

Se llevó a cabo con la aplicación de herbicida preemergente a una dosis de 1 litro/Ha de Esteron 47 (2,4 D) + 2 kgs/Ha de Gesaprin 50, con aplicación mecanizada (Tractor), y posteriormente se realizó otra aplicación en la etapa vegetativa, con 2 Lt/ha. de Esterón 47.

3.6.5 Control de plagas

Se aplicó 25 kg/ha de polvo de Difasa 2% (Paratión metílico) para controlar Diabrotica sp.

3.6.5 COSECHA.

Se llevó a cabo en forma manual, en los dos surcos centrales de cada repetición a excepción de los bordos del experimento. Se realizó la cosecha el 29 de octubre de 1994.

3.7. Variables registradas por parcela.

3.7.1. Días a floración masculina.

Se consideró desde el día que se sembró hasta que la espiga de la mitad de plantas derramó polen.

3.7.2. Días a floración femenina.

Se consideró desde el día que se sembró hasta la fecha en que el 50% de 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 de planta, tomándose el promedio de ellas como dato final.

3.7.5. Acame de tallo.

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

3.7.6. Cuateo.

Se contó el número de plantas por parcela que tuvieron dos mazorcas.

3.7.7. Sanidad de mazorca.

La sanidad de mazorca se consideró después de la cosecha, en una escala del 1 al 10 donde 1 es la más afectada y 10 la más sana.

3.7.8. Mazorcas buenas y mazorcas malas.

Ya pesadas se extendieron las mazorcas de cada parcela, y considerando el que estuviera o no afectada por plagas y enfermedades

se dividieron en malas o buenas, registrando el número por separado de cada una de ellas.

3.7.9. Clasificación de mazorca.

La cobertura de mazorca se consideró antes de la cosecha en una escala del 1 al 10, donde 1 representa muy mala cobertura y 10 muy buena cobertura.

3.7.10. Porcentaje de materia seca.

Se efectuó la toma de este dato en la cosecha, se tomaron una muestra de 100 granos de grano por parcela de las mazorcas buenas, para determinar en laboratorio, por medio de un determinador modelo Steinline 400G el contenido de humedad en porcentaje, el restante del 100% correspondió a el % de materia seca.

3.7.11. Longitud de mazorca.

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

3.7.12. Número de granos/hilera.

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

3.7.13. Número de hileras/mazorca.

Se tomó el promedio del número de hileras de cinco mazorcas, se contaron en la parte central de la mazorca.

3.7.14. Diámetro de Mazorca.

Antes de desgranar las cinco mazorcas, en cada una se midió el diámetro en la parte central con un vernier, obteniéndose el promedio.

3.7.15. 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.

3.7.16. Peso de 200 granos.

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

3.7.17. Por ciento de grano.

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

Peso de 5 mazorcas sin olote

Peso de 5 mazorcas con olote

X 100 = % de grano

3.7.18. Peso volumétrico.

Homogenizando el grano se vació en un recipiente de 1 litro y se razo con una regla, posteriormente se peso y se espreso en kg/hl.

3.7.19. Rendimiento.

Se calculo con la siguiente formula.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{(\text{P.C.} \cdot \% \text{ M.S.} \cdot \% \text{ G.} \cdot \text{F.C.})}{8,600}$$

Donde :

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

%M.S. Por ciento de materia seca de la muestra de grano de cinco mazorcas recién cosechadas.

% G. Por ciento de grano.

F.C. Factor de conversión para obtener rendimiento por hectárea. Se obtiene de dividir 10,000 m² entre 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 la variable, acame la cual no mostro significancia; mientras que la cobertura de mazorca presento significancia al nivel de 0.05 de probabilidad.

Para la variable densidad de población la gran mayoría mostraron no significancia a excepción de las variables, altura de planta, mazorcas buenas, cuateo y rendimiento que presentaron diferencia estadística altamente significativa al nivel de 0.01 de probabilidad.

Para la interacción Genotipo x Densidad, no se presentaron significancia para ninguna variable evaluadas.

El factor repetición mostró no significancia en su mayoría a excepción de las variables sanidad de planta, altura de mazorca y días a floración femenina, que presentaron significancia al nivel de 0.05 de probabilidad.

El coeficiente de variación más alto fue el correspondiente a cuateo con 90.3% lo cual se debe a la naturaleza de la variable, el valor más bajo corresponde a la variable días a floración masculina con 1.9% la mayoría de las variables tuvieron coeficientes de variación bajo, para el caso de rendimiento el valor fue de 10.9%, y la media fue de 10,808 kg/ha.

CUADRO 2 . Cuadrados medios y significacia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz en el Valle del Mezquital.

VARIABLES	GENOTIPOS	DENSIDADES	GEN*DEN	REPETICIONES	MEDIAS	C.V. %
RENDIMIENTO	46916106.4 **	16639722.3 **	537344.6 NS	482519.2 NS	10808	10.92
DIAS A FLORACION MASCULINA	298.59 **	650 N S	4.79 N S	9.00 NS	103	1.94
DIAS A FLORACION FEMENINA	290.06 **	3.93 NS	3.76 NS	14.34 *	107	2.02
ALTURA DE PLANTA	5440.09 **	1106.28 **	311.74 NS	248.15 NS	249	5.25
ALTURA DE MAZORCA	4911.85 **	464.14 NS	205.12 NS	550.45 *	144	9.26
MAZORCAS BUENAS	331.21 **	1275.75 **	22.82 NS	40.07 NS	46	14.28
MAZORCAS MALAS	82.48 **	25.08 NS	15.40 NS	7.88 NS	5	75.21
ACAME	25.10 NS	0.14 NS	3.64 NS	0.30 NS	8	21.26
CUATEO	21.78 **	50.22 **	4.39 NS	2.93 NS	2	90.32
SANIDAD DE MAZORCA	6.68 **	1.28 NS	1.34 NS	0.96 NS	8	12.34
SANIDAD DE LA PLANTA	27.50 **	2.58 NS	2.54 NS	9.08 *	7	21.77
COBERTURA DE MAZORCA	13.75 *	2.00 NS	4.41 NS	0.31 NS	7	25.85
LONGITUS DE MAZORCA	13.56 **	0.03 NS	1.40 NS	2.08 NS	17	6.09
HILERAS POR MAZORCAS	17.95 **	3.22 NS	1.51 NS	0.60 NS	15	6.49
GRANOS POR HILERAS	47.83 **	4.20 NS	4.17 NS	7.09 NS	34	6.47
DIAMETRO DE MAZORCA	0.33 **	0.00 NS	0.04 NS	0.03 NS	5	3.44
DIAMETRO DE OLOTE	0.18 **	0.00 NS	0.03 NS	0.01 NS	2	6.52
PESO VOLUMETRICO	3876.18 **	1365.00 NS	243.22 NS	834.24 NS	692	2.69
PESO DE 200 GRANOS	513.39 **	3.02 NS	67.90 NS	51.59 NS	71	10.27

(0.05) * SIGNIFICATIVO

(0.01) ** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

NS NO SIGNIFICATIVO

4.2. Comparación de medias para densidades.

Como se señala, en el Cuadro 3, las variables rendimiento, altura de planta y mazorcas buenas, bajo dos densidades de población, presentaron diferencia estadística. En la densidad de 80,000 plantas por hectárea, la media de rendimiento de todos los genotipos empleados fue de 11,194 kg/ha diferente estadísticamente a la densidad de 60,000 plantas por hectárea con 10,423 kg/ha.

4.3. Comparación de medias para genotipos.

Como se aprecia en el Cuadro 4 para la variable rendimiento se establecieron cinco grupos de significancia, en el primer grupo de significancia se ubican los híbridos Puma-1157, H-149, H-135, A-791, A-7520, dentro de los materiales se destacan por su excelente rendimiento, el híbrido trilineal Puma 1157; ya que produjo 14,248 kg/ha, le siguieron en capacidad productiva, los híbridos H-149 con 13,268 kg/ha, H-135 (13,138 kg/ha), A-791 (13,058 kg/ha), A-7520 (12,314 kg/ha), por hectárea.

El genotipo de la UACH denominado Jornalero-2 con una producción de 11,767 kg/ha.

Los híbridos con menor producción fueron H-311 con 8,417 kg/ha y B-830 con 5,421 kg/ha.

Para la variable días a floración masculina, en el Cuadro 4, se establecieron 8 grupos de significancia, en el primer grupo se ubicaron los híbridos más tardíos, encabezados por B-830, D-856, B-844 numéricamente diferentes con 108 a 112 días a floración masculina.

CUADRO 3 Resultados obtenidos en la comparación de medias (Tukey 0.05) de diversas variables evaluadas bajo dos densidades de población al utilizar medias de 13 híbridos de maíz en el Valle del Mezquital.

Variables evaluadas	DENSIDAD DE POBLACION	
	80,000	60,000
<i>Días a floración femenina</i>	103 A	102 A
<i>Días a floración masculina</i>	107 A	106 A
<i>Altura de planta</i>	253 A	246 B
<i>Altura de mazorca</i>	146 A	142 A
<i>Mazorcas buenas</i>	49 A	43 B
<i>Mazorcas malas</i>	5 A	4 A
<i>Acame</i>	8. A	8. A
<i>Cuateo</i>	1.A	2. A
<i>Sanidad de planta</i>	7. A	7.A
<i>Sanidad de mazorca</i>	8. A	8. A
<i>Cobertura</i>	7. A	7. A
<i>Longitud de mazorca</i>	17 A	17 A
<i>Hileras/mazorca</i>	15 A	15 A
<i>Granos/mazorca</i>	34 A	34 A
<i>Diametro de mazorca</i>	5. A	5. A
<i>Diametro de olote</i>	2. A	2. A
<i>Peso volumétrico</i>	688 A	695 A
<i>Peso de 200 granos</i>	71 A	71 A
<i>Rendimiento</i>	11,194 A	10,423 B

El genotipo de mayor precocidad fue Jornalero-2 que alcanzó la floración masculina a los 85 días. Entre 85 y 106 días a floración masculina se ubicaron 11 genotipos en siete grupos de significancia diferentes estadísticamente a floración masculina, encontrándose en estos grupos el testigo H-135 el cual floreció a los 99 días a floración masculina.

De manera similar a lo descrito para floración masculina, para las variables días a floración femenina se observó, que se establecieron nueve grupos de significancia, ubicándose en el grupo más tardío los híbridos B-830, D-856, B-844, que son significativamente iguales pero numéricamente diferentes de 111 a 115 a floración femenina. El genotipo mas precoz fue Jornalero 2 con 90 días a floración femenina, en cambio el genotipo más tardío fue B-830, con 115 días (Cuadro 4).

Para altura de plantas dentro de los grupos de significancia que se establecieron para esta variable en el Cuadro 5 se puede observar que el genotipo con mayor altura de planta fue H-149 con 302 centímetros, teniendo la diferencia significativa mas alta , con los demás híbridos evaluados. El híbrido de menor tamaño fue B-830, que alcanzó 194 centímetros de altura de planta.

CUADRO 4. Comparación de medias (Tukey $p=0.05$) de rendimiento, floración masculina, floración femenina y días a madurez fisiológica del factor genotipo de maíces híbridos evaluados bajo dos densidades de población en el Valle del Mezquital.

GENOTIPO	RENDIMIENTO		FLORACION MASC.		FLORACION FEM.	
	Kg/ha		días		días	
PUMA 1157	14 248	A	101	FG	104	GH
H-149	13 268	AB	102	EFG	104	FGH
H-135	13 138	AB	99	G	103	H
A-791	13 058	AB	104	DEF	108	CDE
A-7520	12 314	ABC	105	CDE	109	CDE
JORNALERO 2	11 767	BC	85	H	90	I
AN-447	10 406	CD	106	BCD	110	BCD
A-773	9 709	D	105	CD	110	BCDE
B-844	9 576	D	108	ABC	112	ABC
B-445	9 114	D	101	FG	105	EFGH
D-856	9 042	D	109	AB	113	AB
H-311	8 417	D	102	DEFG	107	DEFG
B-830	5 421	E	112	A	115	A
D S H (0.05)	2015.5		3.53		3.88	

De forma semejante para altura de mazorca y al igual que en altura de planta se establecieron para esta variable varios grupos de significancia en la que se encuentra el híbrido H-149, con 198 cm de altura de mazorca, el que presenta el nivel mas alto de significancia.

El híbrido con menor altura de mazorca fue B-830 con una altura de 101 centímetros.

Para la variable mazorcas buenas, en el Cuadro 5, se observa que existen 3 grupos de significancia, siendo los de mejor mazorca los híbridos H-135, D-856, AN-447, P-1157, A-7520, B-844, H-149 que son estadísticamente iguales, pero numéricamente diferentes que van de 46 a 53 mazorcas buenas encabezándose en este grupo entre los de mejor mazorcas el testigo H-135.

El híbrido B-830 siendo el que tiene menor número de mazorcas buenas con 33 mazorcas.

De manera recíproca a la descripción para mazorcas buenas, para la variable mazorcas malas, se establecieron tres grupos de significancia diferentes se encuentran el primer grupo con los híbridos con mayor número de mazorcas malas que son: Jornalero-2 y B-445 que son estadísticamente iguales y numéricamente diferentes que van de 9 y 14 mazorcas malas.

El híbrido que tuvo menos mazorcas malas fue B-830, con una mazorca.

CUADRO 5. Comparación de medias (Tukey $p = 0.05$) de altura de planta, altura de mazorca, mazorcas buenas y mazorcas mala, del factor genotipo de maíces híbridos evaluados bajo dos densidades de población en el Valle del Mezquital.

GENOTIPO	ALTURA DE PLANTA	ALTURA DE MAZORCA	MAZORCAS BUENAS	MAZORCAS MALAS
PUMA 1157	259 B C D	150 B C D	53 A	5 B C
H-149	302 A	198 A	46 A B	7 B C
H-135	274 B	165 B C	49 A B	2 B C
A-791	256 B C D E	147 B C D	56 A	6 B C
A-7520	240 D E	127 D E	48 A B	6 B C
JORNALERO 2	263 B C	163 B C	39 B C	14 A
AN-447	252 B C D E	146 C D	49 A B	5 B C
A-773	266 B C	171 B	53 A	3 B C
B-844	248 C D E	135 D E	48 A B	2 B C
B-445	234 E F	128 D E	41 B C	9 A B
D-856	212 F G	117 E F	49 A B	3 B C
H-311	243 C D E	130 D E	39 B C	6 B C
B-830	193 C D E	101 F	33 C	1 C
D S H (0.05)	22.85	23.99	11.46	6.72

Se puede apreciar la variable acame de planta en el Cuadro 6 con los híbridos A-791, Puma-1159, B-830, D-856, B-844, AN-447, H-311 y H-135, son estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes que van de 8 a 10 unidades, siendo estos los de menor acame.

Respecto al número de cuateo se representa en el Cuadro 6, el primer grupo se encuentran los híbridos que mostraron mayor significancia siendo A-791, P-1157, H-149, A-773, AN-773, H-135 pero numéricamente diferente de 2 a 5 mazorcas que presentaron cuateo.

En cuanto a la sanidad de la planta se observa en el Cuadro 6 los híbridos Puma 1157, H-149 y Jornalero-2 presentaron el valor mas alto, no exhibiendo roya, enfermedad que se presenta en el H-135, y el resto de los híbridos evaluados. La presencia de roya, además de disminuir la producción limita el uso de los híbridos para forraje.

Como se aprecia en el Cuadro 6 para sanidad de la mazorca se establecieron 4 grupos de significancia, en el primer grupo de significancia, se encuentran; los híbridos de mejor sanidad de la mazorca que son B-830, B-844, D-856, A-791, A-7520.

El genotipo Jornalero-2 fue el que menor sanidad de mazorcas obtuvo con 6 unidades.

En cuanto a la cobertura de mazorca en el Cuadro 7, se observa que la mayoría de los híbridos evaluados presentan buena cobertura de mazorca, con menor cobertura de mazorca se encuentran los híbridos A-7520, H-149 y Jornalero-2.

CUADRO 6. Comparación de medias (Tukey $p=0.05$) de acame, cuateo, sanidad de planta y sanidad de mazorca, del factor genotipo de maíces híbridos evaluados bajo dos densidades de población en el Valle del Mezquital.

GENOTIPO	ACAME	CUATEO	SANIDAD DE LA PLANTA	SANIDAD DE MAZORCA
PUMA 1157	10 A	5 A B	10 A	9 A B C
H-149	6 C D	4 A B C	10 A	8 B C
H-135	8 A B C	2 A B C D	8 A B C	9 A B C
A-791	10 A	5. A	8 A B C D	9 A B C
A-7520	10 A	1 B C D	8 A B C	8 A B C
JORNALERO 2	7 B C D	1 B C D	9 A B	6 D
AN-447	8 A B C	3 A B C D	7 A B C D E	9 A B C
A-773	5 D	4 A B C	7 B C D E	9 A B C
B-844	9 A B	1 C D	5 D E	10A
B-445	7 B C D	2 B C	6 C D E	7 C D
D-856	9 A B	1 C D	5 E	9 A B
H-311	8 A B C	0 C D	6 C D E	9 A B C
B-830	9 A B	0 D	5 E	10A
D S H (0.05)	3.00	3.55	2.94	1.84

Para longitud de mazorca, se definieron cinco grupos en el Cuadro 7, de los cuales, el primer grupo se encuentran las mazorcas de mayor longitud que son; los híbridos A-791, A-7520, H-135, Pumas 1157 siendo estos estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes con 18 a 20 centímetros de longitud de mazorca.

Encontrándose en este grupo el testigo H-135 con 18.6 centímetros.

El genotipo de menor tamaño es A-773 y Jornalero-2, siendo estadísticamente y numéricamente iguales con 15.6 centímetros.

Con respecto a la variable, hileras por mazorca, se observa en el Cuadro 7 que los híbridos Jornalero-2, H-149, H-311 son los que tuvieron mayor número de hileras de 16 a 18 respectivamente siendo significativamente iguales pero numéricamente diferentes.

En el último grupo que tuvo menor número de hileras por mazorca fueron los híbridos Puma 1157, B-844 de 14 a 15 hileras por mazorca, respectivamente.

Para granos por hilera se observa en el Cuadro 7, en el primer grupo se encuentran los que tienen mayor número de granos por hilera son B-844, H-135, A-7520, Puma 1157 que son significativamente iguales pero numéricamente diferentes entre 34 a 35 respectivamente.

Mientras que el híbrido que tuvo menor número de granos por hilera fue Jornalero-2 con 30 granos por hilera.

CUADRO 7. Comparación de media (Tukey $p=0.05$) de cobertura de mazorca, longitud de mazorca, hileras por mazorca y granos por hilera del factor genotipo de maíces híbridos evaluados bajo dos densidades de población en el Valle del Mequital.

GENOTIPO	COBERTURA	LONGITUD DE MAZORCA cm	HILERA POR MAZORCA	GRANOS POR HILERA
PUMA 1157	7 ABC	18.0 ABCD	15 CDEFG	36 ABC
H-149	5 C	17.2 CDE	18 AB	33 BCDE
H-135	7 ABC	18.6 ABC	16 BCD	37 AB
A-791	7 ABC	19.9 A	14 EFG	36 ABC
A-7520	5 C	19.0 ABC	16 BCD	36 ABC
JORNALERO 2	6 BC	15.7 E	18 A	30 E
AN-447	9 A	17.4 CDE	14 FG	35 BCD
A-773	8 ABC	15.7 E	14 EFG	31 DE
B-844	8 ABC	17.7 BCD	15 DEFG	39 A
B-445	8 ABC	17.4 CDE	14 FG	33 CDE
D-856	8 ABC	16.7 DE	13 G	35 BCD
H-311	8 ABC	16.6 DE	17 ABC	33 CDE
B-830	9 AB	16.4 DE	15 CDEF	34 BCD
D S H (0.05)	3.30	1.87	1.71	3.90

Para la variable diámetro de mazorca, en el Cuadro 8 el grupo que tuvo mayor diámetro de mazorca son los híbridos encabezados por Jornalero-2, H-149 y H-135.

El híbrido con menor diámetro de mazorca fue B-844 y B-830 que alcanzaron 4.8 centímetros.

Los híbridos con mayor diámetro de olate se observa en el Cuadro 8 con los genotipos A-791, A-7520, A-773, B-445, B-844, H-311, D-856, AN-447, B-830 que van de 3 a 2.8 centímetro de diámetro de olate, que son significativamente iguales pero numéricamente diferentes.

El testigo H-135 se encuentra en los 3 grupos restantes de significancia con 2.6 diámetro de olate.

Con respecto a la variable peso de 200 granos se establecieron 4 grupos de significancia, en el Cuadro 8. en el principal grupo se ubican los híbridos Puma 1157, A-791, Jornalero-2, H-149, B-445, AN-447, H-135 que son estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes que van de 71.7 a 82.7 gramos, encontrándose en este híbrido con el testigo H-135.

En el último grupo, el híbrido B-830 registro el menor peso de de 200 granos, con 55.3 gramos.

CUADRO 8. Comparación de medias (Tukey $p=0.05$) de diámetro de mazorca, diámetro de olate peso volumetrico y peso de 200 granos del factor genotipos de maíces híbridos evaluados bajo dos densidades de población en el Valle del Mezquital.

GENOTIPO	DIAM. MAZORC		DIAM. OLOTE		PESO VOLUMETRICO		PESO DE 200 GRANOS
P-1157	5.1	C D E	2.5	D	698.1	B C D	82.5 A
H-149	5.4	A B	2.6	B C D	656.2	F	75.5 A B
H-135	5.3	A B C	2.5	C D	718.1	A B	71.7 A B
A-791	5.0	C D E	3.0	A	700.0	A B C D	76.6 A B
A-7520	5.0	C D E	3.0	A	732.1	A	68.5 B C
JORNALERO 2	5.5	A	2.6	B C D	705.6	A B C	76.0 A B
AN-447	4.9	D E	2.7	A B C D	701.2	A B C D	72.7 A B
A-773	5.1	C D E	2.9	A B	671.2	D E F	68.2 B C
B-844	4.8		2.8	A B C	693.7	B C D	57.0 C D
B-445	5.1	C D E	2.9	A B	710.6	A B C	73.8 A B
D-856	5.0	C D E	2.8	A B C D	660.6	E F	67.8 B C D
H-311	5.2	B C D	2.8	A B C D	693.2	B C D E	67.1 B C D
B-830	4.8		2.7	A B C D	671.2	D E F	55.5 D
D S H (0.05)	0.30		0.31		32.99		12.62

De acuerdo con los genotipos del Cuadro 8 muestra diferencia significativa en 6 grupos de peso volumétrico, en el primer grupo, se registraron los de mayor peso volumétrico, con los híbrido A-750, H-135, B-445, Jornalero 2, AN-447 y A-791 encontrándose estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes que van de 700 a 731 unidades, en este grupo se registra el testigo H-135 con 718 unidades.

En el último grupo de significancia el híbrido H-149 con 656.2 unidades.

4.4. Interacción genotipo-densidad.

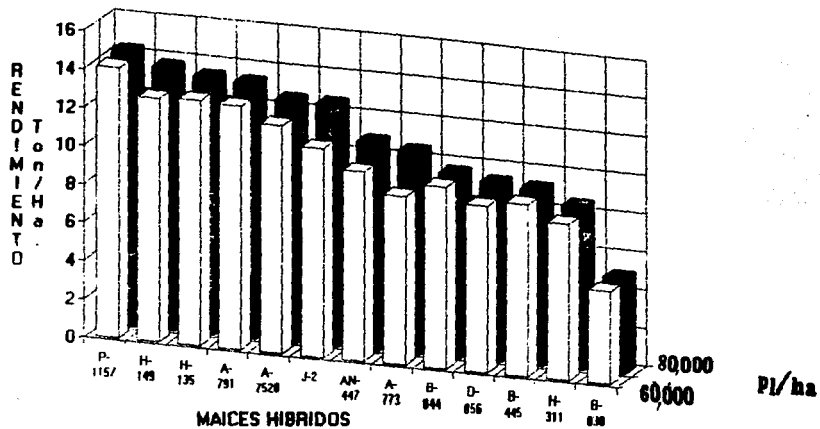
Como se aprecia en el Cuadro 2, para la interacción genotipo x densidad no hubo significancia estadística para las variables evaluadas lo cual indica un compartimiento o respuesta en el mismo sentido de los diferentes híbridos bajo las dos densidades manejadas.

Los valores de los coeficientes de variación obtenidos del análisis de varianza para las distintas variables en su gran mayoría fueron inferiores al 20%.

Una densidad de población adecuada es importante en el aprovechamiento eficiente de la humedad del suelo, nutrientes, luz (Gómez 1992), los cual da como resultado un mayor rendimiento de grano, como se pudo apreciar en este trabajo la densidad de 80,000 plantas por hectárea de los diferentes genotipos evaluados obtuvieron en general mayores rendimientos que en la densidad de 60,000 plantas por hectárea.

El híbrido Puma 1157, como se observa en la Figura 1, fue el que tuvo mayor rendimiento en la densidad de 80,000 plantas por hectárea con un rendimiento de 14,365 kg/ha, seguidos por el mismo híbrido pero en la densidad de 60,000 plantas por hectárea con 14,131 kg/ha, otros cuatro híbridos se encuentran en el mismo grupo que son H-149, H-135, A-791 y A-7520 obteniendo estos un rendimiento superior a las 12,000 kg/ha, si bien su ciclo vegetativo (días a floración masculina y femenina) mas corto que el H-149, 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).

FIGURA 1. Interacción de genotipo-densidad en rendimiento de híbridos de maíz evaluados en el Valle del Mezquital.



El testigo H-135 es un híbrido trilineal recomendado para la Zona de Transición Bajío-Valles altos, (Valle del Mezquital) alcanzando un rendimiento de 13,435 kg/ha en la densidad de 80,000 plantas/ha mientras que el Puma 1157 en la densidad de 80,000 plantas/ha alcanzo 14,365 kg/ha, encontrandose en el mismo grupo de los híbridos mas rendidores.

El aumento de la densidad de población ocasionio un atraso en la floración femenina y floración masculina. Como es en el caso de la densidades, en todos los genotipos sembradas a 80,000 plantas por hectárea fue más tardío que en la densidad de 60,000 plantas por hectárea, por lo que se vio reflejado en el rendimiento de los genotipos, aunque el rendimiento por parcela y el número de plantas por mazorca fue variable dependiendo de los genotipos.

Se señala que un híbrido o variedad tardía rinde mas que un precoz, pero como se pudo constatar en el presente trabajo , esto no siempre es así, ya que el genotipo Jornalero-2 con 90 días a floración femenina en ambas densidades de plantas por hectárea rindio mas que otros híbridos mas tardios.

Con respecto a altura de planta, el híbrido H-149 mostró mayor altura que el testigo H-135; como señala Major (Citado por Gómez 1992) 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 numero de hojas y por consecuencia, también tienen mas estrenudos y son más altas que las de floración temprana.

Sin embargo, a pesar de que para el caso de los híbridos mas rendidores se da una relación muy estrecha entre rendimiento y altura de planta es decir a

mayor altura de planta y ciclo vegetativo mas tardío hay mas rendimiento, es el caso para el híbrido H-149 en ambas densidades con respecto al testigo H-135 que resulto no difiere estadísticamente con el grupo de híbridos mas rendidores, si lo fue numéricamente, ya que lo supero en cuanto a altura de planta y resulto mas tardío.

En altura de mazorca, el H-149 supero al resto de los híbridos, esta característica no es deseable dado que dificulta la cosecha ya que se tiene que realizar en forma manual, lo que aumenta el tiempo en que se efectuara la misma, incrementandose el costo de producción y por ende los beneficios serán menores, mientras que los demas híbridos evaluados en ambas densidades, presentan mazorca a menor altura que el H-149, lo cual facilita la cosecha y disminuye el tiempo de la misma, dado que es muy factible que se efectuó en forma mecanizada, incrementando los beneficios; en cuanto al testigo H-135 en altura de mazorca es casi similar con los híbridos A-791 y Puma 1157; esto híbridos presenta plantas que no ahijan, lo cual disminuye costos de producción y son más uniformes y de menor porte de plantas y mazorcas.

Los híbridos A-773, H-149, Jornalero-2 y B-445 tuvieron mayor acame, en lo que respecta al H-149 tuvo la mayor altura de planta y tendio a acamarse, con lo que respecta a los dos restantes híbridos tienen un tallo muy debil, lo que ocasiona grandes perdidas y dificulta su cosecha manual y mecanizada.

En cuanto a la sanidad de la planta, los híbridos que fueron tolerantes o resistentes a la roya foliar que son; P-1157, Jornalero-2 y H-149, que se reflejó en el rendimiento como es el caso de estos genotipos, ya que cuando se

requería mayor área foliar estos estaban libres de enfermedades y asimilan mas la luz.

El híbrido D-856 se encuentra con mayor grado de infección de la roya ya que esto se refleja en el rendimiento menor siendo menor a 9,400 kilogramos por hectárea.

Respecto a la cobertura de mazorca en su mayoría tuvieron buena cobertura excepto los genotipos H-149 y Jornalero-2 que tuvieron mayor número de mazorcas malas.

Para sanidad de mazorca en su mayoría de los híbridos evaluados presentaron buena mazorca a excepto H-149 que tuvo mayor altura de planta por consiguiente se acamó y las lluvias tardías pudrieron la mazorca calda; para Jornalero-2 fue el más precoz y presentando un tallo muy delgado teniendo un mayor ataque de pájaros afectando la sanidad de mazorca.

Los híbridos más rendidores, incluyendo A-791, A-7520 y H-135 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 granos de maíz (Tanaka y Yamauchi, 1984). El número de granos esta determinados, entre otros componentes, por la longitud de mazorca, como apunta Jugenheimer (1990) y Reyes (1985); es congruente que se haya dado esa relación entre la longitud de mazorca con el rendimiento. A unado a ello esta lo que menciona Pavón (1985), que la eficiencia de plantas aumenta cuando las mazorcas son mas largas, mas gruesas, con mayor cantidad de grano por mazorca y con mayor peso de grano.

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 hilera por mazorca, el número de mazorcas por planta y el número de plantas por unidad de área, por lo consiguiente se observa que los genotipos Jornalero-2, H-149 tuvieron mayor diámetro de mazorca en la densidad de 80,000 plantas por hectárea. Un mayor rendimiento de grano se logra solamente cuando se puede obtener una combinación apropiada de genotipo y ambiente (Yoshida, 1972), como es el caso granos por hilera con el testigo. H-135, Puma 1157, A-791, H-149 y A-7520 que tuvieron un rendimiento superior a 12,000 kg/ha.

Para el peso de 200 granos a mayor densidad de población menor peso de grano, con respecto a los que tuvieron mayor peso de grano fueron los híbridos Puma1157, H-149, H-135, Jornalero 2 se vieron reflejados en el rendimiento siendo superior a 12.5 ton/ha.

Mientras que el híbrido B-830 tuvo menor peso de los 200 granos se vio reflejado en menor rendimiento.

VI CONCLUSIONES

En base al los objetivos planteados e hipótesis planteadas y los resultados obtenidos durante el presente experimento, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.- La densidad que propicio mayor rendimiento de grano fue la de 80,000 plantas por hectárea superando a la densidad de 60,000.
- 2.- Los híbridos que obtuvieron los rendimientos mas altos fueron Puma 1157 con 14,248 kg/ha, H-149 con 13,268 kg/ha, H-135 (testigo) con 13,138 kg/ha, A-791 con 13,058 kg/ha y A-7520 con 12,314 kg/ha en ambas densidades superando al resto de los híbridos evaluados.
- 3.- El Puma 1157 fue numéricamente superior al testigo H-135 con 6.6% de rendimiento y con 8.3 % al A-791 que son los maíces de mas uso en el Valle. Razón por la cual convendría afinar su evaluación en comparación con los híbridos que exhibieron en este trabajo mejor comportamiento.
- 4.- El Puma 1157 representa una buena opción competitiva para su utilización comercial en el Valle del Mezquital dadas sus buenas características agrónomicas: sanidad de planta (tolerante a roya), porte intermedio (tolerante al acame), uniformidad en altura de planta y mazorca, lo que le hace mecanizarlo y rendimiento elevado.

VII BIBLIOGRAFIA.

- Allard, R. W. 1980 Principios de la mejora genética en las plantas. Editorial Omega. S.A. 4a edición. Barcelona, España.
- Bartolini, R. 1990. El maíz. versión español: A. Rodríguez del Rincón. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 276 p.
- Benitez, R. 1994 Selección combinada en líneas con diferentes niveles de endogamia. En: Memorias del XV Congreso nacional de fitogenetica. Monterrey, México. 363 p.
- Bolaños J., J y H. Barreto. 1992. Análisis de los componentes de rendimiento de los ensayos regionales de maíz 1990. En Análisis de los Resultados experimentales del programa regional del maíz 1990, Vol 2 CIMMYT, Guatemala. 11-19 p.
- Bolaños J., J. y J. Pérez J. L. 1992. Dinámica y variabilidad de los componentes del rendimiento en 28 campos de maíz en Centro América. En: programa regional de maíz para Centro America y el Caribe. En: Síntesis de resultados experimentales 1992. 187 p
- Borrego E., F. 1989. Curso de Fitotecnia, opción a tesis. Departamento de fitotecnia. UAAAN. Coahuila, México.

Carballo C., A. 1992. Técnicas de mejoramiento. Apuntes de la asignatura. FES-C. UNAM. Cuautitlan Izcalli, Mexico.

Castellano S., J.L. 1992. Evaluación de cruces dialécticos y estimación de aptitud combinatoria de diez líneas de maíz de grano amarillo. En: Programa regional de maíz para Centro America y el Caribe. 53 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, México. Tesis de Doctorado. Colegio de Posgraduado, México. 127 p.

Emsweller S. L. 1986. Procedimiento básico en el mejoramiento de cultivos. En: Semillas. The yearbook of agriculture. USA.

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 México.

Espinosa C., A. 1985. Adaptabilidad, productividad y calidad de líneas e híbridos de maíz (*Zea mays L.*). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduado. Chapingo, Mexico. 174 p.

Espinosa C., A. y A. Carballo C. 1986. Productividad y calidad de semilla en líneas e híbridos de maíz (*Zea mays L.*) para la zona de transición, "El Bajío-Valles Altos" de México. *Fitotecnia* 8:35-53.

Espinosa C., A. y M. Tadeo R. 1988. Efecto del orden de cruzamiento en la producción de semillas de híbridos de maíz de temporal: Resúmenes del XII congreso nacional de fitogenética. SOMEFI. UACH Chapingo, México.

Espinosa C., A. 1990 Densidad de población y tratamientos fertilizantes para producción de semillas de un híbrido cruzado doble de maíz: Resúmenes del XIII seminario panamericano de semillas. FELAS. Guatemala.

Fischer K. S., and A.F.E. Palmer. 1984. Tropical maize. pp 213-248 in: P.R. Goldworthy and N.M. Fischer (Eds.) *The Physiology of Tropical Crops*, John Wiley and Sons, New York.

Goldworthy P. R. and Colegrove M. 1974. Growth and yield of highland maize in México. *J. Agric. Sci.* 83.

Gomez L., J.J. 1992. Efecto de cuatro espaciamientos entre plantas sobre el comportamiento de cuatro variedades de maíz (*Zea mays L.*). En: XIV Congreso nacional de fitogenética: SOMEFI. Tuxtla Gutierrez, Chiapas. 4-9 de Octubre de 1992. 98 p.

Gonzales H. V.A., Ortiz C. J. y Mendoza O. L. 1984. Rendimiento del maíz y sus componentes en respuesta a diversas prácticas culturales y criterios de selección, Agrociencia No 58. Chapingo, México.

Jugenheimer W., R. 1990. MAIZ. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Trad. R. Piña G. Ed. Limusa. México, DF.

Márquez S., F. 1979 El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnia vegetal. Ed Patena, A.C. UACH. Chapingo, México. 113 p.

Marquez S. F. 1988. Genotecnia vegetal. tomo II AGT. Editor. S.A. México.

Martínez M., R. 1994 Capacidad productiva de híbridos trilineales experimentales de maíz (*Zea mays L.*). Pumas en Valles Altos. Tesis de Licenciatura, UNAM FES-Cuautitlan, México.

Molina J. D., G. y C.F. Yañez G. 1994. La aptitud combinatoria general de líneas de maíz, en la explicación de heterosis. En VX Congreso nacional de fitogenética. SOMEFI, Monterrey, México. 374 p.

Ordaz F., R. m. y D. Moreno 1968. Efecto del espaciamiento entre matas de maíz y rendimiento bajo diferentes niveles de fertilización del suelo. Agri. Técnica, AGT, México.

Ortiz C., J, Mendoza O. L. E. y Gonzales H. V. A. 1984. Cambios en las características morfológicas y fitosiotécnicas del maíz

por efecto de la selección in situ y rotativa basada en el rendimiento de grano. *Agrociencia* No. 58. Chapingo, Mexico.

Orozco H., G. 1988. Estabilidad en rendimiento de variedades de maíz (*Zea mays L.*) en la región norte de México. Tesis de licenciatura. UNAM. FES-Cuautitlan México 97 p.

Pandey S., and C. O. Gardner. 1992. Recurrent selection for population, variety and hybrid improvement in tropical maize. *Adv Agron.* 48:1-87.

Pavón R., V. M. 1985 Correlación de componentes de rendimiento en seis variedades de maíz (*Zea mays L.*) realizado en el poblado de dos Rios, del Municipio de Huixquilucan, Edo. de México. Tesis de Licenciatura. UNAM FES-Cuautitlan, México.

Peña R., A. y S. Martín del campo V. 1994 Estabilidad de híbridos experimentales de maíz de diferentes germoplasma En: Memorias del XV Congreso nacional de fitogenética. SOMEFI, Monterrey, Mexico. 374 p.

Poelhman J., M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. al español por Nicolas Sánchez Durón. 7a Reimpresión. Editorial Limusa-Wiley. S.A. México.

Reyes C., P. 1985. Fitogenotecnia básica y aplicada. A.G.T. Editor. S. A. México, 460 p.

- Reyes C., P. 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor S.A. México.**
- Robles S., R. 1978. Producción de grano y forrajes. Editorial Limusa. México. 609 p.**
- Sanchez E., A. 1988. Producción de semilla de maíz híbrido. En: Manual de producción y manejo de semillas. PIFSV. SARH. Tamaulipas, México.**
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1981, Logros y aportaciones de investigación agrícola en el estado de Hidalgo, INIA, CIAME, Chapingo, México, 6 p.**
- Tadeo R., M. 1991. Producción de semillas en Híbridos de maíz con problemas de sincromía en la floración de sus progenitores. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Posgraduados, Montecillo, México.**
- Tanaka A. y Yamaguchi J. 1984. Producción de materia seca, componentes de rendimiento de grano en maíz (Trad. Josué Kohashi Shibata). 3ra Edición. Colegio de Posgraduados México.**
- Yoshida S. 1972. Physiological aspects of grain yield. Ann Rev. Plant Phys.**