
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



INTERACCION GENOTIPO-AMBIENTE DE 40 HIBRIDOS
EXPERIMENTALES DE MAIZ (*Zea mays* L.)

T E S I S P R O F E S I O N A L
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O A G R O N O M O
O R I E N T A C I O N F I T O T E C N I A
P R E S E N T A
SALVADOR OCEGUEDA ESTRADA
LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL. OCTUBRE DE 1995.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COM. DE TIT.
IF095049/95

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

SOLICITUD Y DICTAMEN

SOLICITUD

M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA.
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN.
P R E S E N T E.

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la Facultad de Agronomía, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TESIS PROFESIONAL, con el tema:

INTERACCION GENOTIPO-AMBIENTE DE 40 HIBRIDOS EXPERIMENTALES DE MAIZ
(Zea mays L.)

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DEL TRABAJO DE TITULACION.

MODALIDAD: Individual (X) Colectiva ().

NOMBRE DEL SOLICITANTE: SALVADOR OCEGUEDA ESTRADA CODIGO: 085470299

GRADO: _____ PASANTE: X GENERACION: 90-95 ORIENTACION O CARRERA: SEITOTECNISTA

Fecha de solicitud: 25 DE MARZO DE 1995

S. Ocegueda
Firma del Solicitante

DICTAMEN

APROBADO (X) NO APROBADO () CLAVE: IF095049/95

Gonzalez Luna
DIRECTOR: ING. SALVADOR GONZALEZ LUNA

ASESOR: M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS ASESOR: M.C. JOSE SANCHEZ MARTINEZ

S. Mena Munguia
M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

Gonzalez Luna
ING. SALVADOR GONZALEZ LUNA

DIRECTOR

Sandoval Islas
M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS

ASESOR

Sanchez Martinez
M.C. JOSE SANCHEZ MARTINEZ

ASESOR

S. Mena Munguia
M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA
VO. BO. PDTE. DEL COMITE

FECHA: 31 DE JULIO DE 1995

Original: Solicitante. Copia: Comité de Titulación.

mam

AGRADECIMIENTOS

A dios que me ha formado y que me ha permitido el don del inicio de la preparación profesional.

A mi alma mater, la Universidad de Guadalajara, que me ha brindado la oportunidad de ser formado y educado, para ser parte del cambio positivo en estos momentos de difícil situación económico, político y social.

Mi sincero agradecimiento para las siguientes personas:

M.C. Salvador González Luna, por su proposición, planeación y dirección de este trabajo, así como todo el apoyo que me brindó durante la carrera.

M.C. Elías Sandoval Islas, por haber permitido integrarme en el programa de mejoramiento genético de sorgo, por sus valiosos consejos e incondicional apoyo académico, así mismo por la confianza que depositó en mi.

M.C. José Sánchez Martínez, por su amistad, comprensión, valiosos consejos y por haber compartido con migo sus conocimientos científicos.

M.C. Santiago Sánchez Preciado
Ing. Alfonso Muñoz Ortega
M.C. Juan Francisco Casas Salas
M.C. José Pablo Torres Morán
M.C. Ricardo Nuño Romero

Por sus consejos y apoyo desinteresado que me brindaron durante mi carrera.

A mis maestros que son símbolo de entrega incondicional e inquebrantable vocación, hombres y mujeres a quienes ha tocado la misión de conducir el trazo de los caminos, que pueden llevar al acierto o desatino de una vida. Hombres y mujeres que nos llevan de la mano para comprender la grandeza de la vida.

Al programa de mejoramiento genético de sorgo y a todo el personal que en él participa, por todo el apoyo y ayuda que me brindaron.

Al Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario E. Castro Gil" de la UAAAN y al M.C. Humberto de León Castillo, que nos facilitaron los materiales, que sin ellos no fuera posible realizar este trabajo.

A mis compañeros de la generación 90-95 A "Ing. Pedro Torres Sánchez" por su amistad y por compartir una inolvidable etapa de la vida.

A mis amigos y a todas aquellas personas que directa e indirectamente colaboraron en la realización de este trabajo.

Con todos éstos agradecimientos me comprometo a contribuir al bienestar, no solo del futuro del país, sino del presente de esta nación que tiene mucho por delante.

Muchas gracias.

DEDICATORIA

A mi abuelito J. Luis Ocegueda González, que con sus buenos consejos me motivaron a estudiar.

A mis padres:

Celia Estrada Barajas y
Andrés Ocegueda Carrillo

Con amor y respeto, que desde que nací siempre se preocuparon por que fuera responsable y dedicado, además que me fijara metas de superación.

A mis hermanos:

Ignacio
J. Jesús
M^a. del Refugio
Luis Fernando
Andrés

Por todo el apoyo que me brindaron y por la confianza que han depositado en mí.

A la familia Suárez Nuño, que con su apoyo y consejos logré terminar la carrera.

A mi novia Claudia Isela, con todo mi amor y esfuerzo.

A mi escuela (División de Ciencias Agronómicas), que donde quiera que me encuentre siempre la defenderé para el bienestar social.

Antes de que existiera la tierra, la sabiduría ya había sido engendrada.

Proverbios 8, 22 - 31.

CONTENIDO

	PAG.
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	iii
RESUMEN.....	v
I.- INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos.....	4
1.2 Hipótesis.....	4
II.- REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1 Hibridación.....	5
2.1.1 Endogamia.....	8
2.1.2 Heterosis o Vigor híbrido.....	11
2.1.3 Desarrollo de líneas puras.....	15
2.1.4 Cruzas simples.....	18
2.1.5 Cruzas trilineales.....	19
2.1.6 Cruzas dobles.....	21
2.2 Adaptación.....	24
2.3 Interacción genotipo-ambiente.....	26
III.- MATERIALES Y METODOS.....	35
3.1 Características agroclimáticas de la región.....	35
3.1.1 Localización y ubicación.....	35
3.1.2 Clima.....	36
3.1.3 Suelo.....	37
3.1.4 Vegetación.....	38
3.2 Material genético.....	38

3.3 Métodos.....	39
3.3.1 Diseño experimental utilizado.....	39
3.3.2 Método estadístico empleado.....	41
3.3.2.1 Análisis de varianza individual.....	41
3.3.2.2 Análisis de varianza combinado.....	43
3.3.2.3 Transformaciones.....	44
3.3.3 Comparación de medias.....	45
3.3.4 Variables estudiadas.....	46
3.3.5 Desarrollo del experimento.....	50
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	52
4.1 Celaya, Gto.....	52
4.2 Zapopan, Jal.....	59
4.3 Análisis combinado para Celaya, Gto. y Zapopan, Jal.....	64
V.- CONCLUSIONES.....	77
VI.- LITERATURA CITADA.....	78
APENDICE.....	85

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	PAG.
CUADRO 3.1	Características geográficas y climáticas de las localidades donde se evaluaron los híbridos dobles. 36
CUADRO 3.2	Material genético utilizado en las evaluaciones. 40
CUADRO 3.3	Formato de análisis de varianza individual para un diseño de bloques al azar. 42
CUADRO 3.4	Formato para el análisis de varianza combinado para un diseño experimental de bloques al azar. 44
CUADRO 4.1	Cuadrados medios de las características agronómicas del análisis de varianza individual para la localidad de Celaya, Guanajuato. 53
CUADRO 4.2	Medias de rendimiento (Duncan 0.05) de 40 híbridos de maíz evaluados en Celaya, Gto. en el ciclo agrícola PV-94. 55
CUADRO 4.3	Cuadrados medios de las características agronómicas del análisis de varianza individual para la localidad de Zapopan Jalisco. 60
CUADRO 4.4	Medias de rendimiento (Duncan 0.05) de 40 híbridos de maíz evaluados en Zapopan, Jal. en el ciclo agrícola PV-94. 61
CUADRO 4.5	Cuadrados medios de las características agronómicas del análisis de varianza combinado de 40 genotipos de maíz evaluados en dos localidades. 65



CUADRO 4.6	Medias de rendimiento (Duncan 0.05) de 40 híbridos dobles de maíz evaluados en dos ambientes (Celaya, Gto. y Zapopan, Jal.) en el ciclo agrícola PV-94.	68
CUADRO A.1	Medias de las características agronómicas de 40 híbridos dobles de maíz ordenadas en base al rendimiento para la localidad de Celaya, Guanajuato.	86
CUADRO A.2	Medias de las características agronómicas de 40 híbridos dobles de maíz ordenadas en base a rendimiento para la localidad de Zapopan, Jalisco.	87
CUADRO A.3	Estadística descriptiva de las características agronómicas de 40 genotipos de maíz evaluados en Celaya, Gto..	88
CUADRO A.4	Estadística descriptiva de las características agronómicas de 40 genotipos de maíz evaluados en Zapopan, Jal..	89
CUADRO A.5	Estadística descriptiva combinada de características agronómicas de 40 genotipos de maíz evaluados en Celaya, Gto. y Zapopan, Jal..	90
FIGURA 4.1	Rendimiento de 40 genotipos evaluados en dos ambientes.	75

RESUMEN

En los programas de fitomejoramiento en maíz, los investigadores se han preocupado por generar gran cantidad de híbridos para posteriormente evaluarlos en diferentes ambientes, durante varios años, debido a que los híbridos poseen una respuesta distinta al medio ambiente, pudiendo existir algunos con un comportamiento excelente en un ambiente en particular (o varios ambientes), y otros con un comportamiento muy contrastante.

En el presente trabajo se evaluaron 40 híbridos dobles de maíz, incluyendo a cuatro testigos, en cuanto a rendimiento y comportamiento agronómico en dos ambientes diferentes (Celaya, Gto., que se sembró bajo punta de riego y Zapopan, Jal., que se sembró bajo temporal), durante el ciclo agrícola PV-94, con la finalidad de identificar híbridos superiores (en rendimiento) para cada ambiente. Se utilizó el diseño de bloques al azar con dos repeticiones y se realizaron los análisis de varianza individual y combinado, para todas las características.

El análisis de varianza combinado permitió detectar el efecto de interacción genotipo-ambiente.

Los resultados indicaron que en la localidad de Celaya, Gto. se presentó los rendimientos más altos que en la localidad de Zapopan, Jal.. Las diferencias estadísticas significativas, permitieron identificar los híbridos superiores para cada ambiente, siendo los híbridos 21, 37 (T1), 38 (T2), 17, 33 y 23 los superiores para Celaya, Gto., y los híbridos 04, 10 y 15 los superiores para Zapopan, Jal.

Los híbridos 04, 10 y 15 que fueron los que presentaron rendimientos más altos en la localidad de Zapopan, Jal., fueron los que presentaron cierto grado de estabilidad o amortiguamiento para las dos localidades.

I.- INTRODUCCION

Los alimentos que requieren los humanos que habitan este planeta han dependido y dependerán en un alto porcentaje de la producción agrícola, permitida por la gran cantidad de especies cultivables.

La falta de alimentos en México, como en otros países en vías de desarrollo, se incrementa en cada década, ocasionando la muerte de aproximadamente 50,000 personas cada día en el mundo (Tennenbaum, 1989), por lo que es urgente aprovechar al máximo los recursos naturales y genéticos con que se cuenta.

El cultivo del maíz es uno de los más importantes a nivel mundial, ya que ocupa el tercer lugar de la producción mundial de cereales, siguiendo a los cultivos del trigo y del arroz respectivamente.

En México el maíz constituye el alimento básico y da ocupación aproximadamente al 20% de la población económicamente activa, además es la fuente más importante de empleo e ingreso para la población rural (Guzmán, 1991).

La producción de maíz en México ha venido incrementándose durante las últimas décadas, presentándose años en los que se es autosuficiente, años en los que es posible exportar, y otros en los que es necesario importar. En los últimos tres años se ha incrementado la superficie cultivada y la producción de este cereal, gracias a los programas establecidos por el gobierno federal como son; el de alta productividad y el de estímulos al agricultor (PROCAMPO), logrando cultivar aproximadamente 7'500,000 hectáreas que representan el 50% de la superficie agrícola nacional.

Como consecuencia del incremento de la superficie sembrada con maíz se ha incrementado, también, el uso de semilla mejorada (principalmente híbridos dobles e híbridos trilineales), llegando a representar aproximadamente el 20% de la semilla utilizada en cada año agrícola.

En los programas de mejoramiento genético de maíz, de organismos oficiales de investigación, instituciones de enseñanza así como de empresas privadas, se han preocupado por generar gran cantidad de híbridos para posteriormente evaluarlos en diferentes ambientes y años, para seleccionar aquellos que presenten características deseables de acuerdo a los objetivos planteados en cada programa.

Las evaluaciones de los híbridos son conducidas con el propósito de obtener información en cuanto a su comportamiento, rendimiento y otras características agronómicas, ya que los híbridos difieren ampliamente en su respuesta al medio ambiente, debido a que provienen de poblaciones de diferente base genética.

Una vez obtenida la información y haber conocido el comportamiento de los materiales, en forma experimental, se seleccionan para someterlos, posteriormente, a otras evaluaciones donde intervienen materiales comerciales como testigos. Aquellos materiales que superen a los testigos en cuanto a rendimiento serán recomendados para cultivarlos en los ambientes de evaluación.

En el presente trabajo se evaluaron, en forma preliminar, 40 híbridos experimentales procedentes del "Programa Bajío" del Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario E. Castro Gil" de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

1.1 Objetivos

- 1.- Evaluar el rendimiento de 40 híbridos experimentales y otras características agronómicas en dos ambientes.
- 2.- Identificar híbridos superiores en cuanto a su rendimiento y comportamiento agronómico para cada ambiente de evaluación.

1.2 Hipótesis

Existen diferencias estadísticas entre los híbridos evaluados, tanto en rendimiento como en las características agronómicas estudiadas.

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1 Hibridación

El cruzamiento o hibridación es una forma de reproducción opuesta a la autofecundación, consiste en el apareamiento entre dos progenitores genéticamente diferentes y en el estudio de la descendencia.

Márquez (1985) define como hibridación a el área de la genotecnia vegetal que consiste en el aprovechamiento de la generación F_1 , como tal, derivada de un cruzamiento. La obtención de la F_1 puede ser por cruzamiento en cualquier tipo de poblaciones (no necesariamente líneas puras), y su aprovechamiento puede ser inmediato (híbridos de cruza simple, de cruza de tres líneas, o de cruza doble), o mediato, es decir, casos en que de todos modos el material aprovechable original es la F_1 , de uno o varios cruzamientos. La hibridación se basa principalmente en el aprovechamiento de los efectos génicos no aditivos.

Reyes (1985) señala que el cruzamiento o hibridación es un método de mejoramiento genético que consiste en el apareamiento controlado de individuos genéticamente diferentes, y el estudio de la progenie, asociando la endogamia o consanguinidad durante el proceso.

Robles (1986) menciona que un híbrido, en términos generales, es la primera generación que resulta del cruzamiento entre dos progenitores, cuyas características principales son: La manifestación óptima de heterosis y la uniformidad de caracteres agronómicos; sobre todo, si los progenitores son líneas puras homocigóticas contrastantes en sus genotipos; resulta así, una población F_1 heterocigótica y homogénea altamente vigorosa y productiva.

Brauer (1987) por su parte indica que hay un procedimiento de hibridación que es completamente sistemático y que se repite constantemente para la producción de lo que se ha dado en llamar variedades híbridas F_1 , o simplemente híbridos F_1 . Este sistema está dirigido a aprovechar la heterosis al máximo y es el método clásico de producción de variedades de maíz. Además señala que uno de los casos más frecuentes que pueden requerir de hibridación es la transferencia de caracteres de una variedad a otra, tratando de unirlos en una nueva variedad. Así mismos la hibridación

se utiliza en combinación con otros métodos de mejoramiento genético, como es el caso de la selección, de donde a partir de un cruzamiento se seleccionan los caracteres deseados.

De la Loma (1991) menciona que el modo de reproducción más opuesto a la autofecundación o consanguinidad es el cruzamiento o hibridación, que consiste en el apareamiento de dos progenitores pertenecientes a diferente variedad o raza dentro de una misma especie, a distintas especies, o incluso a diversos géneros.

De una manera general la utilidad que se ha alcanzado de la hibridación, ha sido la que corresponde a la transferencia de factores hereditarios de resistencia a enfermedades, o a extremos de sequía, frío o calor.

Coutiño (1992), citado por Velasco (1993) señala que la hibridación puede servir para el aprovechamiento comercial de la primera generación F_1 , o el paso para una metodología de mejoramiento genético, utilizando líneas endogámicas, variedades de polinización libre, variedades sintéticas o la misma población de la primera generación.

A partir del surgimiento de híbridos de maíz, constantemente en los programas de mejoramiento genético

generan una gran cantidad de líneas puras (autofecundadas) con diferente origen, donde posteriormente al cruzarlas, se prueban y se conoce su aptitud combinatoria y a su vez se desechan las indeseables que son la mayoría.

En la actualidad, el uso de híbridos de maíz ha desplazado a las variedades criollas utilizadas por los agricultores mexicanos en aquellas áreas de mejor adaptación para el cultivo de híbridos. Esto ha ocurrido en la región Occidente, Centro y Golfo del país.

Poehlman (1981) menciona que las plantas híbridas F_1 se han utilizado para establecer variedades de gramíneas por medios vegetativos, tal es el caso de la caña de azúcar y del pasto bermuda.

Jugenheimer (1987) señala que la forma en que se puede hacer hibridación, específicamente en la formación de híbridos de maíz, es al realizar cruzamientos simples, trilineales, dobles y múltiples.

2.1.1 Endogamia

Brauer (1987) define a la endogamia como el sistema de aparear animales o plantas emparentados entre sí. Su efecto

genético es el aumento de la homocigosis, que da por resultado final la producción de una línea pura.

De la Loma (1991) indica que en las especies alógamas la fecundación es cruzada y para conseguir la autofecundación es necesario recurrir a la polinización artificial, como medio de fertilizar los estigmas de cada planta, con su propio polen, es decir con el polen producido por las flores masculinas del mismo individuo.

Tejeda (1994) especifica que para medir la endogamia o consanguinidad y sus efectos es necesario determinar el grado en que dos alelos homólogos cualesquiera descienden del mismo gen de un antepasado común. Si dos de ellos de un locus de un organismo diploide proceden del mismo gen, se denominan idénticos por descendencia, y es lo que se expresa como coeficiente de consanguinidad.

Los sistemas regulares de endogamia son:

- 1.- Autofecundación.
- 2.- Cruzas entre hermanos completos.
- 3.- Cruzas entre progenitor e hijo.
- 4.- Cruzas entre medios hermanos.
- 5.- Cruzas entre primos.

Presentándose diferentes grados de consanguinidad o endogamia para cada sistema; siendo la autofecundación la forma más intensa de endogamia.

Reyes (1985) describe que la consanguinidad suele ir acompañada de:

- Reducción de tamaño.
- Disminución del vigor.
- Pérdida parcial o total de la fecundidad.
- Plantas deformes, albinas susceptibles al acame.
- Debilitamiento general de la población.

Además menciona que los fitomejoradores han usado la endogamia en diferentes grados para la obtención de excelentes plantas altamente productivas. Los diferentes esquemas de mejoramiento usados en fitotecnia están basados en la endogamia, la selección controlada, y el cruzamiento de individuos sobresalientes. Las especies que normalmente se producen por autofecundación indican que la endogamia, per se, no es la causante de anomalías observadas en la progenie, sino, éstas se originan en la composición genética de los progenitores.

La importancia de la endogamia es que permite al fitomejorador encontrar homogeneidad de ciertas

características deseables que presentan algunas líneas, las cuales serán seleccionadas para aplicar distintos métodos, técnicas y procedimientos para la formación de híbridos.

Reyes (1985) indica que la utilidad de la endogamia en mejoramiento de plantas es:

- 1.- Producción de plantas uniformes y genéticamente homocigotes.
- 2.- Purificar una variedad en sus anormalidades, sea por selección natural o por selección que hace el mejorador en el proceso de endogamia eliminando a los homocigotes no deseables.
- 3.- La disminución del vigor puede restaurarse por el cruzamiento entre líneas puras seleccionadas.
- 4.- Los híbridos resultantes entre líneas endocriadas o autofecundadas, suelen ser muy uniformes y de mayor vigor que las variedades progenitoras de las líneas, debido al fenómeno llamado heterosis, el cual puede explotarse en la generación F_1 o perpetuarse por vía asexual.

2.1.2 Heterosis o Vigor Híbrido

El cruzamiento entre variedades de genealogía bien distinta, puede dar origen a combinaciones con un alto grado

de heterosis medido por su rendimiento. Esto no quiere decir que se pueden formar híbridos comerciales directamente a partir de diferentes razas, pero si que la introducción de germoplasma exótico puede ser una base muy eficiente como punto de partida para seleccionar posteriormente, combinaciones de progenitores de gran vigor híbrido o quizás aún de variedades sintéticas capaces de conservar un alto grado de heterosis.

Jugenheimer (1987) describe que la heterosis es un fenómeno en el cual el cruzamiento de dos variedades produce un híbrido, con características (vigor) superiores a las de sus progenitores.

El vigor, el rendimiento y la mayoría de los caracteres de importancia económica del maíz son de naturaleza cuantitativa y están controlados por un gran número de genes.

Allard (1980) menciona que el vigor híbrido o heterosis puede ser considerado el fenómeno inverso de la degradación que acompaña a la consanguinidad. La heterosis es mayor cuando se cruzan líneas con ascendencia muy distante, sucediendo lo contrario cuando las líneas cruzadas son derivadas de variedades de polinización libre que son semejantes o de la misma población.

Reyes (1985) enfatiza que el término heterosis se debe a Shull (1914), que lo usó como una contracción de la expresión "estímulo de la heterocigosis" y que desde entonces se viene usando y comúnmente se utiliza el término como sinónimo de "vigor híbrido" por el efecto que se manifiesta en la generación F_1 al presentarse un estímulo general en el híbrido. Esta manifestación consiste en un incremento en la producción, en la altura, en la resistencia de plagas, a sequía, a enfermedades, o cualquier otra característica que expresa mayor vigor que el que manifiesta el promedio de los progenitores o el progenitor más vigoroso.

Robles (1986) menciona que los efectos de la heterosis se observan en cruzas intervarietales, interraciales, interespecíficas y aún intergenéricas. Siendo mayor la heterosis con líneas intervarietales que con líneas intravarietales, interraciales que en intraraciales, interespecíficas que intraespecíficas, por que la diversidad genética es mayor entre grupos o poblaciones que dentro de las mismas.

Jugenheimer (1987) comenta que la importancia y la 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 producción de semilla, así como de la resistencia al acame, a insectos y enfermedades.

Poehlman (1981) dice que los efectos del vigor híbrido se manifiestan de muy diversas formas. El mayor desarrollo y vigor son con frecuencia considerados como indicaciones de vigor híbrido. Otras características que reflejan este carácter, son la altura de planta, el tamaño de las hojas, el tamaño del sistema radicular, el número de raíces, el tamaño de la mazorca o espiga, el número de granos y el tamaño de las células.

La utilización del vigor híbrido para fines de mejoramiento requiere la producción de una progenie F_1 en cantidad suficiente para producirse en escala comercial.

Entre las especies de polinización cruzada, es el maíz la planta en la que el vigor híbrido se ha utilizado en forma más espectacular. Al eliminar las espigas de una línea autofecundada se asegura la polinización por cruzamiento, este simple procedimiento facilitó enormemente la producción de maíces híbridos.

Reyes (1985) menciona que la heterosis per-se, es responsable del mayor vigor del híbrido; si dos líneas puras

homocigotas o dos plantas autógamas (no emparentadas) se cruzan, se manifiesta la heterosis. Si una planta alógama se autofecunda su vigor disminuye.

Los métodos antiguos y modernos de mejoramiento de maíz, se han desarrollado principalmente para aprovechar al máximo el vigor híbrido que se produce como consecuencia de los cruzamientos con líneas altamente endogámicas.

2.1.3 Desarrollo de Líneas Puras

Johannsen (1920), citado por Reyes (1985) define la línea pura como la descendencia de un solo organismo homocigote obtenida exclusivamente por autofecundaciones sucesivas.

Allard (1980) definió la línea pura como la raza homocigótica en todos los loci, obtenida generalmente por sucesivas generaciones en la mejora genética de plantas.

Márquez (1985) define a una línea autofecundada como la población en una generación obtenida al cabo de la autofecundación de una planta en cada generación.

Brauer (1987) menciona que una línea pura es un conjunto de individuos que descienden de un solo individuo autógeno.

Poehlman (1981) indica que la progenie descendiente únicamente por autofecundación, de una planta individual homocigota, es considerada como una línea pura.

Una variedad de línea pura se obtiene a partir de la multiplicación de la progenie obtenida mediante la autofecundación de una planta.

Brauer (1987) menciona que el método de formar en general líneas autofecundadas para constituir los híbridos comerciales a partir de ellas, se desarrolló en Los Estados Unidos, donde además de buscarse mayor producción, se buscaba obtener variedades híbridas de caracteres muy uniformes.

Jugenheimer (1987) menciona que las líneas puras de maíz pueden desarrollarse a partir de variedades de polinización libre, híbridos, sintéticos y compuestos. La mayoría de las líneas puras que forman los híbridos de maíz actuales, se desarrollan por autofecundación o por polinización entre hermanos. La polinización entre hermanos, consiste en usar polen de una planta para fecundar los estigmas de otra planta hermana.

Allard (1980) menciona que para obtener líneas puras de maíz se ha utilizado casi exclusivamente la autofecundación. Las plantas que han de ser autofecundadas, se seleccionan por su vigor, porte, resistencia a enfermedades y otras características favorables. Con la continuación de autofecundación disminuye marcadamente el vigor y aumenta la uniformidad de las plantas dentro de cada línea. Después de cinco o seis generaciones de autofecundación dentro de cada línea las plantas son prácticamente iguales.

La importancia y utilización de la formación de líneas puras es básicamente para realizar con éxito la hibridación (cruzas simples, de tres líneas, dobles y múltiples); por lo mismo, durante la formación de ellas se debe realizar una selección "entre líneas" y otra "dentro de líneas", con el objeto de eliminar aquellas plantas que presenten características indeseables.

Tejeda (1994) comenta que el objetivo principal de la endocria, es fijar características deseables en líneas puras, las cuales pueden presentar una buena aptitud combinatoria general y específica. Estas líneas se cruzan para producir híbridos de maíz que pueden ser agronómicamente buenos o malos.

2.1.4 Cruzas Simples

Shull (1909), citado por Allard (1980) propuso utilizar híbridos simples para la siembra comercial, fabricando éstos híbridos entre pares de líneas puras seleccionadas por su mejor aptitud combinatoria.

Allard (1980), Poehlman (1981) y Robles, (1986) definen a una craza simple como el resultado o descendencia híbrida de un cruzamiento entre dos genotipos, generalmente dos líneas consanguíneas, en la mejora genética de las plantas.

Una craza 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.

Robles (1986) comenta que en general, los buenos híbridos simples producen mayor rendimiento que los híbridos dobles; sin embargo, el agricultor, al saber que la semilla de los híbridos simples es más costosa que la de los híbridos dobles, por muchos años rechazó a la semilla de los híbridos de cruzas simples. Actualmente el agricultor progresista usa para sus siembras comerciales, semillas de híbridos simples,

por que su costo se ve ampliamente retribuido en el momento de la cosecha al obtener mayor rendimiento por hectárea.

Los productores de maíz mexicanos, que cuentan con agua para riego, maquinaria agrícola sofisticada y terrenos con suelos homogéneos, además que pueden adquirir insumos fácilmente, son los principales consumidores de semillas obtenidas de cruzamientos simples.

Jugenheimer (1987) comenta, que las semillas de cruza simple se producen, forzosamente, en plantas de líneas andocriadas, las cuales son relativamente pobres productoras de semilla y polen. Esto hace que se eleve el costo de producción de semilla de cruza simple, por que el rendimiento es bajo. Sin embargo, cuando la cruza simple se usa sólo como progenitor parental para producir semilla de cruza doble, la cantidad necesaria es pequeña y su alto costo es relativamente insignificante. Los datos de cruza simple son valiosos para predecir el comportamiento de híbridos deseables de cruza doble.

2.1.5 Cruzas Trilineales.

El híbrido F_1 resultante del cruzamiento entre un par de líneas puede cruzarse otra vez con una línea pura para

producir un híbrido de tres líneas (AxB) x C.

Allard (1980) indica que el híbrido simple se utiliza como genitor femenino y la línea pura se utiliza como genitor masculino, esta última debe ser una excelente productora de polen.

Poehlman (1981) menciona que para la formación de híbridos de tres líneas, los progenitores a utilizar deben ser líneas sobresalientes de acuerdo a la característica seleccionada.

Robles (1986) menciona que los híbridos de tres líneas, se forman al cruzar híbridos simples con líneas puras; en cuyo caso, los híbridos simples se usan como progenitores femeninos y las líneas como masculinos; para así, cosechar mayores rendimientos en la producción de semillas para siembra. Se espera generalmente más altos rendimientos de grano si los agricultores siembran híbridos de tres líneas, que en híbridos dobles; por otra parte, se espera generalmente menor producción de grano por hectárea en híbridos de tres líneas en comparación con híbridos simples. La razón teórica desde el punto de vista genético, es que los mayores efectos de heterosis se esperan en la combinación de genes al cruzar dos líneas puras, puede ser menor heterosis

en cruzas con tres líneas, y probablemente menos cuando intervienen cuatro líneas en los híbridos, por que hay más recombinación y segregación de genes.

Jugenheimer (1987) dice que generalmente las cruzas de tres elementos (AxB) x (C), son menos costosa de producir que la de cruzas simples, aun que más costosa que la de cruzas dobles. Las cruzas de tres elementos tienden hacer más uniformes y tener un rendimiento ligeramente superior que el de las cruzas dobles. Las cruzas de tres elementos también son útiles para predecir híbridos de cruzas dobles deseables.

En México los híbridos formados a partir de cruzas trilineales han jugado un papel importante en la producción de maíz. Son más utilizados que los híbridos simples, pero menos utilizados que los híbridos dobles, ya que el costo de producción de semilla de estos híbridos es menor que en cruzas simples y es mayor que en las cruzas dobles.

2.1.6 Cruzas Dobles

Allard (1980) define como cruzamiento doble al cruzamiento entre dos híbridos F_1 derivados cada uno del cruzamiento simple entre dos líneas puras.

Poehlman (1981) define a las cruzas dobles como la progenie híbrida obtenida de un cruzamiento entre dos cruzas simples.

Jugenheimer (1987) dice que la semilla de cruza doble se produce en plantas de cruza simple, las cuales son altamente productoras de semillas de calidad. Además las plantas de cruza simple producen abundante polen. Esto hace posible una mayor proporción de surcos para producción de semilla o hembras con respecto a surcos productores de polen en los campos de cruzamiento. Además, las plantas de cruza simple soportan las condiciones adversas mucho mejor que las plantas de líneas, reduciendo los riesgos en la producción de semilla.

Poehlman (1981) indica que la semilla de la cruza doble se cosecha de una planta productiva de una cruza simple, y se obtiene en mayor abundancia y con mayor economía que la semilla de las cruzas simples que se cosecha en planta autofecundada. Esta es la razón para hacer cruzas dobles.

Brauer (1987) menciona que la semilla que ordinariamente se usa para siembras comerciales, en México, no es la de una cruza simple, sino la de una cruza de cuatro líneas. El procedimiento consiste en formar primero dos cruzamientos

simples y usar después éstos dos como progenitores de un tercero que erróneamente se ha dado en llamar cruzamiento doble. Este es el método más comúnmente usado en la producción de semilla comercial de maíz híbrido.

Al hacer la combinación de líneas, el orden en que estas se cruzan tiene importancia en el rendimiento final. Ordinariamente el rendimiento más alto de los cruzamientos de cuatro líneas, así como una mayor uniformidad, se obtiene cuando los primeros cruzamientos simples se forman con líneas relacionadas entre sí, de modo que al cruzar éstos híbridos simples entre sí, es cuando se combinan los gametos más divergentes, aun que se han encontrado algunas excepciones.

Las cruzas dobles son ligeramente más variables en los caracteres de la planta y la mazorca que las cruzas simples o las de tres líneas, esto debido a que no siempre combinan bien las cuatro líneas progenitoras en todos sus pares de genes, lo cual puede ser una ventaja cuando el cultivo se siembre bajo condiciones adversas.

La mayoría de híbridos de maíz utilizados en México son los de cruce doble, debido a que los costos de producción de semilla son menores que en los híbridos de tres líneas y que los híbridos simples, además de que los rendimientos que

producen son satisfactorios para los mayoría de agricultores que los utilizan.

2.2 Adaptación

Allard (1980) define la adaptación como un proceso por el cual individuos (o partes de individuos), poblaciones o especies cambian de forma o función de tal manera que sobreviven mejor en ciertas condiciones ambientales.

Simmonds (1962) citado por Márquez (1992) define a la adaptabilidad como la capacidad para responder a la selección natural.

Sinnott y Wilson (1983) definen como adaptación al proceso mediante el cual las características de un organismo se ajustan a las circunstancias del medio en el cual vive.

Brauer (1987) menciona que adaptación es la capacidad de un individuo o grupo de ellos para vivir y desarrollarse en un habitat determinado. Además define como homeostasis, a la capacidad de adaptación de un organismo que le permita conservar sus funciones fundamentales inalteradas bajo la influencia de cambios ecológicos o proceso regulador, mediante el cual se mantiene una condición fisiológica.

Poehlman (1981) menciona que la adaptación es un objetivo complejo en la creación de maíces híbridos debido a que depende de muchas características de la planta. Los principales factores que afectan a la adaptación son:

- a) Una madurez satisfactoria para el área de producción.
- b) La respuesta al grado de fertilidad del suelo.
- c) La resistencia al calor y la sequía.
- d) La resistencia al frío.

Brauer (1987) indica que el mayor rendimiento de las plantas depende en gran medida de su capacidad para aprovechar mejor el agua, la energía luminosa, las sustancias nutritivas y en general las condiciones del medio ambiente, es decir que muestren adaptación. Además sugiere que en las pruebas de adaptación es indispensable repetirlas en espacio y tiempo, tanto como sea posible, para poder así, apreciar sus reacciones, de manera más segura.

Poehlman (1981) denomina aclimatación a la capacidad de una variedad para adaptarse a un nuevo clima, y esto depende en gran medida de:

- a) La forma de polinización.
- b) El grado de variabilidad genética de la especie.
- c) La longevidad de la especie.

Una especie o variedad adquiere aclimatación solamente por un incremento de los genotipos de la población que se adapte mejor al nuevo ambiente que el promedio de los genotipos presentes originalmente. La aclimatación es la selección natural que tiene lugar en una población heterogénea de plantas, se efectúa más rápidamente en una especie de polinización cruzada que en una de autofecundación, ya que las combinaciones se realizarán con mayor frecuencia y algunas recombinaciones pueden adaptarse más favorablemente a un nuevo ambiente.

Williams (1985) menciona que la adaptación conlleva a cambios de muchos caracteres y los grupos de los mismos que responden a ciertas presiones selectivas tienden a permanecer asociados aún cuando se manifieste también la influencia descriptiva de la segregación. La supervivencia diferencial y los valores fundamentales de la multiplicación por semilla, se consideran como los más importantes para que tengan lugar los cambios de la población.

2.3 Interacción Genotipo - Ambiente

Márquez (1992) indica que hasta antes de 1966, en los análisis de varianza de experimentos de evaluación de variedades en varios ambientes, cuando la interacción

genotipos x ambientes resultaba significativa, en los escritos o artículos del caso prácticamente se decía sólo ... eso: que la interacción era significativa. Cuando mucho se añadía que eso significaba que las variedades tenían comportamientos diferentes en los diferentes ambientes lo que no permitía hacer una recomendación generalizada para ellas, pero no se abundaba más ni cualitativamente ni cuantitativamente. Se puede asegurar que en la mayoría de los casos se consideraba para la selección sólo a los promedios generales y, desde luego, a las características agronómicas.

Sin embargo ya desde antes de dicho año Finlay y Wilkinson (1963) habían presentado un modelo para la adaptabilidad de variedades al que únicamente le faltaba un parámetro para estar completo y una clasificación de la adaptabilidad de las variedades; y desde mucho antes Yates y Cochran (1938) habían utilizado la regresión de los rendimientos varietales sobre los ambientes como lo hicieron los modelos aparecidos en 1966.

Es hasta dicho año cuando comienza a cobrar importancia el análisis de la adaptabilidad tanto desde el punto de vista estadístico como genético. Así Eberhart y Russell (1966) presentan y usan el modelo de parámetros de estabilidad en el cual dan en forma detallada el análisis estadístico de

mínimos cuadrados que permite la prueba de significancia conjunta de la interacción genotipos x ambientes como la de cada una de las variedades. En ese mismo año Bucio (1966), además del análisis estadístico para la pendiente de regresión de los rendimientos varietales sobre los índices ambientales, presentó la explicación genético-cuantitativa del fenómeno.

Márquez (1974) menciona que la interacción genotipo-ambiente no es sino el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientes.

En este mismo año dice que todo fenómeno que implique la evaluación de genotipos en varios medios ambientes, debe involucrar, el modelo descriptivo una componente de interacción. Conocer esta interacción es de importancia particular, según el aspecto que se trate, para conocer la influencia que puede tener en las conclusiones basadas en los resultados de la experimentación.

Valenzuela, et al (1990) mencionan que en la mejora genética de plantas al tratar de incrementar los rendimientos por unidad de superficie el mejorador se enfrenta a la diversidad ambiental y a la respuesta diferencial relativa

que muestran las variedades de dichos ambientes.

El rendimiento de las plantas está determinado en gran medida por su capacidad de aprovechar de mejor forma el agua, los nutrimentos del suelo, la radiación solar, entre otras, sin embargo estas condiciones ambientales varían considerablemente año con año en un mismo sitio y de un lugar a otro.

House (1982) indica que la mayoría de los caracteres cuantitativos están influenciados en un alto grado por el medio ambiente, pero no todos los efectos cuantitativos pueden explicarse por la influencia del medio ambiente, ya que muchos caracteres cuantitativos están controlados por un número grande de genes localizados en muchos loci diferentes.

Comstock y Moll (1963) mencionan que en general la interacción genotipo-ambiente, es influenciada por causas genéticas y no genéticas y que éstos dos factores no actúan independientemente, y no es más que el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les someten a diferentes medios ambientes. Un efecto importante de esta interacción, es que se reduce la correlación entre fenotipo y genotipo.

Palomo (1974) menciona que la mayoría de los genotipos se comportan en forma diferente cuando se desarrollan en ambientes diferentes. Este fenómeno ha sido observado en muchos organismos por lo que ignorar su existencia podría conducir a inferencias erróneas.

En fitomejoramiento, el conocimiento de la magnitud de la interacción genotipo x ambiente, reviste en gran importancia para determinar que genotipos son importantes y prosperantes en ciertos ambientes, para posteriormente seleccionarlos y recomendarlos.

Nevado (1975) indica que los rendimientos altos y la adaptación a una gama amplia de ambientes son características muy importantes, tanto para el fitomejorador como para los programas de desarrollo de variedades.

Los cambios en el rendimiento de grano de las variedades de maíz, cuando son probadas en una serie de ambientes, son originados por la interacción genotipo medio ambiente.

Cruz (1992) comenta que como los genotipos usualmente difieren en su constitución genética, pueden ser afectados en forma diferente por los factores ambientales (altitud, temperatura, fotoperiodo, etc.) y tecnológicos (densidad de

siembra, métodos de riego, fertilización) lo cual puede dificultar la selección del mejor genotipo. Este fenómeno reconocido desde principios del siglo se conoce como interacción genotipo-ambiente y es de gran importancia en la selección de variedades.

Allard y Bradshaw (1964) dividen las variaciones del medio ambiente en predecibles e impredecibles, son predecibles todas aquellas características permanentes del medio ambiente e impredecibles todas las fluctuantes climáticas.

Además éstos mismos autores clasifican los materiales como buenos amortiguadores cuando presentan una buena adaptabilidad en una gran cantidad de ambientes.

Eberhart y Russell (1966) señalan que las interacciones genotipo medio ambiente son de gran importancia para el mejorador de plantas en el desarrollo de variedades mejoradas. Cuando las variedades son comparadas en una serie de ambientes las condiciones usualmente difieren. Esto dificulta la manifestación de la superioridad significativa de las variedades. Así mismo mencionan que la estratificación de ambientes ha sido usada efectivamente para reducir la interacción genotipo-ambiente. La región para la que un

fitomejorador esté desarrollando variedades mejoradas puede ser subdividida en regiones en el que las condiciones ambientales sean similares.

Ron y Hallauer (1989), citan a Yates y Cochran (1938) donde consignaron que el análisis de varianza combinado es una herramienta estadística útil para identificar la ocurrencia de la interacción genotipo x ambiente. A su vez citan a Comstock y Moll (1963) donde manifestaron que los estimadores de varianza para las diferentes interacciones genotipo x ambiente pueden obtenerse a partir del análisis de varianza combinado, igualando las esperanzas de los cuadrados medios con los valores reales de los cuadros medios, y resolviendo para las fuentes de variación de interés.

Así mismo citan a Plaisted y Peterson (1959) y a Plaisted (1960), donde usaron el análisis de varianza combinado y subdividieron la interacción genotipo x ambiente.

Márquez (1973) menciona que diversos investigadores han propuesto modelos y desarrollado tecnologías que permiten caracterizar la interacción genético-ambiental y explicar la respuesta de cada genotipo ante los efectos de la gama de ambientes utilizados en su evaluación.

Márquez (1973) citado por Carballo y Livera (1986) demostró que cuando una variedad interacciona con el medio ambiente su coeficiente de regresión (bi) es diferente a la unidad, de manera similar al criterio adoptado por Eberhart y Russell, quienes consideraron como estable al genotipo que tiene un bi igual a uno, y una desviación de regresión (S^2_{di}) igual a cero.

Ron y Hallauer (1989) indican que el conocimiento de la naturaleza de la interacción genotipo x ambiente es muy importante para planear eficientes programas de mejoramiento de plantas. El análisis del comportamiento de genotipos en varios ambientes se ha usado en la delimitación de áreas para fitomejoramiento, localidades de prueba y mejoramiento, y comparar estabilidad de genotipos.

La interacción genotipo x ambiente está presente en las regiones y áreas productoras agrícolas de todo el mundo. El conocimiento y control de esta interacción en los programas de desarrollo de variedades mejoradas ha permitido obtener materiales genéticos más adecuados a las situaciones ambientales reales de los productores.

Bucio (1992) señala que la utilidad de la interacción genotipo-ambiente ha sido importante desde un punto de vista

práctico para justificar las razones para seleccionar un genotipo dado por su comportamiento uniforme o estable en diferentes ambientes.

Cruz (1992) dice que en la selección de genotipos se requieren usualmente varias etapas generacionales en las cuales los materiales seleccionados en la etapa anterior se comparan entre sí y con variedades e híbridos comerciales. En ocasiones, esta comparación se realiza en gran escala, en varios sitios y durante varios años.

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1 Características Agronómicas de la Región

3.1.1 Localización y Ubicación

Las evaluaciones se realizaron en dos localidades representativas de las zonas intermedias (1,100-1,800 msnm), Celaya, Guanajuato y Zapopan, Jalisco, durante el ciclo agrícola PV - 94.

El municipio de Celaya, Guanajuato se localiza a $20^{\circ}31'$ latitud norte y a $100^{\circ}47'$ longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich, y se ubica a una altura de 1,750 msnm (INEGI, 1994 A).

El municipio de Zapopan, Jalisco se localiza a $20^{\circ}44'$ latitud norte y a $103^{\circ}24'$ longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich, y se ubica a una altura de 1,560 msnm (INEGI, 1994 B).

3.1.2 Clima

El municipio de Celaya, Guanajuato presenta un clima BS₁h, que significa: semiseco semicálido, con una temperatura promedio anual de 19.7°C y una precipitación promedio anual de 596.9 mm (INEGI, 1994 A).

El municipio de Zapopan, Jalisco presenta un clima ACw que significa templado subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 19.4°C y una precipitación promedio anual de 923.7 mm (INEGI, 1994 B). En el Cuadro 3.1 se presenta la descripción de las localidades.

CUADRO 3.1 Características geográficas y climáticas de las localidades donde se evaluaron los híbridos dobles.

LOCALIDAD	UBICACION			PRECIP. MED. ANUAL (mm)	TEMP. MEDIA ANUAL (°C)
	LAT (N)	LONG (W)	ALT (msnm)		
CELAYA, GUANAJUATO	20°31'	100°47'	1,750	569.9	19.7
ZAPOPAN, JALISCO	20°44'	103°24'	1,560	923.7	19.4

3.1.3 Suelo

Cuanalo de la C. (1989) menciona que los suelos del municipio de Celaya, Guanajuato, son arcillosos de textura pesada, los cuales retienen grandes cantidades de humedad; los tipos de estos suelos son: Andosol vítrico (43%), Luvisol crómico (21%), Litosol (08%), Vertisol pélico (08%) y Nitosol eútrico (07%).

El municipio de Zapopan, Jalisco se encuentra cubierto por suelo Chernozem en toda su extensión. Dentro de este se distinguen dos grupos; el primero corresponde a los suelos que se desarrollan bajo condiciones insuficientes de humedad en climas extremos y el segundo grupo corresponde a los suelos de las regiones montañosas que se desarrollan en condiciones de precipitación media (Instituto de Geografía y Estadística, 1977).

Estos suelos presentan texturas muy ligeras de arenas o migajones-arenosos, además retienen un alto porcentaje de humedad debido a la gran cantidad de poros que presenta la piedra pomex, sobre la cual descansan y se han originado.

3.1.4 Vegetación

Cuanalo de la C. (1989) menciona que los tipos de vegetación que presenta el municipio de Celaya, Guanajuato así como todo El Bajío son: Mezquital (53%), Selva baja caducifolia (40%), Pastizal (05%) y Bosque de encino (01%).

Curiel (1989) indica que los tipos de vegetación característicos en el municipio de Zapopan, Jalisco son: Bosque de encino y pino, y Bosque tropical caducifolio; y en menor proporción: Bosque espinoso, Matorral crasicaule y Pastizal.

La vegetación natural muestra signos claros de perturbación producto de las diversas actividades antrópicas que hasta nuestros días se han venido desarrollando, lo que ha originado la sustitución de la flora nativa del bosque de pino-encino por: agricultura, matorral subtropical y pastizales.

3.2. Material genético

El material genético utilizado en este trabajo fue proporcionado por el Programa Bajío del Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario E. Castro Gil" de la Universidad Autónoma

Agraria Antonio Narro y consta de 40 cruzas dobles, formadas de la siguiente manera:

- 1.- Selección de líneas élite.
- 2.- Formación de cruzas simples (con las líneas élite seleccionadas).
- 3.- Evaluación de la aptitud combinatoria general de las cruzas simples.
- 4.- Formación de híbridos dobles, utilizando cruzas simples de alta aptitud combinatoria general.

Las cruzas hechas entre los híbridos simples, así como los materiales utilizados como testigos (cuatro testigos) se presentan en el cuadro 3.2.

3.3 Métodos

3.3.1 Diseño Experimental Utilizado

Se utilizó el diseño experimental "bloques al azar" con dos repeticiones, con 40 tratamientos por repetición.

La unidad experimental, para cada tratamiento, estuvo constituida por dos surcos de 4.4 m de longitud y una distancia entre sí de 0.8 m, dando un total de 7.04 m².

CUADRO 3.2 Material genético utilizado en la evaluaciones.

N° DE CRUZA	ORIGEN
01	2801 X 2819
02	2802 X 2814
03	2802 X 2819
04	2802 X 2823
05	2804 X 2816
06	2804 X 2817
07	2804 X 2825
08	2805 X 2824
09	2806 X 2816
10	2807 X 2825
11	2808 X 2824
12	2809 X 2825
13	2810 X 2816
14	2810 X 2817
15	2810 X 2818
16	2811 X 2825
17	3901 X 3902
18	3903 X 3904
19	3905 X 3906
20	3907 X 3908
21	3909 X 3910
22	3911 X 3912
23	3913 X 3914
24	3915 X 3916
25	3917 X 3918
26	3919 X 3920
27	3921 X 3922
28	3923 X 3924
29	3925 X 4001
30	4002 X 4003
31	4004 X 4005
32	4006 X 4007
33	4008 X 4009
34	4010 X 4011
35	4012 X 4013
36	4014 X 4015
37 T1	AN - 450E
38 T2	AN - 451E (20825 x 20902)
39 T3	AN - 452E (20901 x 20902)
40 T4	AN - 447

T = TESTIGO

Cada surco consistió de 21 plantas y la distancia entre ellas fue de 21 cm. La densidad de población fue de 59,659 plantas por hectárea

La parcela útil fue de 3.52 m², donde se cosecharon 21 plantas con competencia completa.

3.3.2 Método Estadístico Empleado

3.3.2.1 Análisis de varianza individual

Se realizó un análisis de varianza individual para cada variable, el formato se presenta en el Cuadro 3.3.

El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + R_j + E_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, t$ (tratamiento).

$j = 1, 2, \dots, r$ (repetición).

Y_{ij} = Observación del i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición.

M = Media general del experimento.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

R_j = Efecto de la j -ésima repetición.

E_{ij} = Efecto del error experimental asociado al i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición.

Cuadro 3.3 Formato de análisis de varianza individual para un diseño de bloques al azar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.calc.
Tratamientos	t-1	SCT	CMT	CMT/CMEE
Repeticiones	r-1	SCr	CMr	CMr/CMEE
Error Exptal.	(t-1)(r-1)	SCT-SCT-SCr	CMEE	
TOTAL	(tr)-1	SCT		

Se calculó el Coeficiente de Variación (C.V.) para cada una de las características evaluadas en cada ambiente utilizando la siguiente fórmula:

$$C.V. = \frac{\sqrt{CMEE}}{M} \times 100$$

Donde:

C.V. = Coeficiente de Variación.

CMEE = Cuadrado Medio del Error Experimental.

M = Media General.

100 = Valor Constante.

3.3.2.2 Análisis de varianza combinado

Se realizó un análisis de varianza combinado (localidades) para las características en estudio, utilizando el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = M + T_i + R_j(k) + L_k + (TL)_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:

$i = 1 \dots \dots \dots t$ (tratamiento).

$j = 1 \dots \dots \dots r$ (repetición).

$k = 1 \dots \dots \dots l$ (localidades).

Y_{ijk} = Observaciones del i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición dentro de la k -ésima localidad.

M = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

$R_j(k)$ = Efecto de la j -ésima repetición en la k -ésima localidad.

L_k = Efecto de la k -ésima localidad.

$(TL)_{ik}$ = Efecto de la interacción tratamiento x localidad (interacción genotipo x ambiente).

E_{ijk} = Efecto del error experimental.

En el Cuadro 3.4 se muestra el formato para el análisis de varianza combinado de un diseño experimental de bloques al azar.

Cuadro 3.4 Formato para el análisis de varianza combinado para un diseño experimental de bloques al azar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calc.
Tratamientos	t-1	SCT	CM5	CM5/CM1
Localidades	l-1	SCl	CM4	CM4/CM3
Rep./Loc.	(r-1) 1	SCr/l	CM3	
Trat./Loc.	(t-1) (l-1)	SCT/l	CM2	CM2/CM1
Error Exptal.	(t-1) (r-1) l	SCEE	CM1	
Total	rl-1	SCT		

3.3.2.3. Transformación

Antes de realizar los análisis de varianza para las características expresadas en porcentaje (Acame de raíz, Acame de tallo, Mala cobertura, *Fusarium spp.* en planta, Mazorcas podridas y *Fusarium spp.* en mazorca) fue necesario hacer una transformación de los datos utilizando para ello el arcoseno de la raíz cuadrada del porcentaje, para así obtener una distribución normal de los mismos, ya que según Reyes (1980), cuando se tienen datos en porcentaje, la distribución de éstos no se ajusta a la normal si no que, generalmente, se ajustan a una distribución Poisson o Binomial.

La transformación de los datos (Gómez, 1984) se efectuó mediante la siguiente fórmula:

$$Y = \text{Arco seno} \sqrt{\frac{X}{100}}$$

Donde:

Y = Dato transformado.

X = Dato expresado en porcentaje.

100 = Constante.

Para los valores que presentaron 0%, antes de ser transformados, (Gómez, 1984) fueron sustituidos por la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{1}{4(n)}$$

Donde:

Z = Valor sustituible de cero.

n = Número de plantas muestreadas.

3.3.3 Comparación de Medias

Se realizó una comparación múltiple de medias, Duncan 0.05, para todas las características en estudio, cuyo límite de significancia se calculó de la siguiente forma:

$$L.S. = t_a S_x$$

Donde:

L.S. = límite de significancia.

t_a = t múltiple obtenida de las tablas para $\alpha = 0.05\%$ y

$\alpha = 0.01\%$.

S_x = error estándar de la media =

$$\sqrt{\frac{S^2 \text{ EE}}{n}}$$

S^2 = varianza del error experimental.

n = número de repeticiones.

3.3.4 Variables estudiadas

Las variables estudiadas en este trabajo son las que se consideran de mayor importancia para efectuar la selección de los genotipos, siendo las que a continuación se describen:

1.- Días a Floración Masculina.

Número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas se encuentren en anthesis, en cada parcela.

2.- Días a Floración Femenina.

Es el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas en cada parcela presenten estigmas receptivos.

3.- Altura de Planta.

Es la media que representa el muestreo de cinco plantas al azar por parcela, al medirlas desde la base del tallo hasta la inserción de la hoja bandera, se expresa en cm.

4.- Altura a la Primera Mazorca.

Es la media que representa el muestreo de cinco plantas al azar por parcela, al medirlas desde la base del tallo hasta la inserción de la mazorca principal (mazorca superior), se expresa en cm.

5.- Acame de Raíz.

Número de plantas que presenten una inclinación de 30° o mayor con respecto a la vertical, se expresa en porcentaje, en relación al total de las plantas por parcela experimental.

6.- Acame de Tallo.

Se registraron todas las plantas de cada parcela experimental que presentaron el tallo quebrado por de bajo de la mazorca principal, el dato total se expresa en porcentaje.

7.- Mala Cobertura.

Se tomaron todas las mazorcas encontradas en cada parcela experimental y aquellas que presentaron exposición en la punta de la mazorca por falta de cobertura total de las espatas (totomoxtle) se cuantificaron, se expresa en porcentaje.

8.- Daño por *Fusarium spp.* en Planta.

Se obtuvo contando el número de plantas que presentaron daño parcial o total por dicho hongo, los datos se expresan en porcentaje en base al total de las plantas por cada parcela experimental.

9.- Mazorcas Podridas.

El dato se obtuvo sumando las partes podridas de cada mazorca (para completar mazorcas enteras), expresando el

resultado total en porcentaje en relación al total de las mazorcas cosechadas por tratamiento.

10.- Daño por *Fusarium spp.* en Mazorca.

Se evaluó contando el número de mazorcas que presentaron daño parcial o total por dicho hongo, los datos se expresan en porcentaje en base al total de las mazorcas cosechadas en cada parcela útil.

11.- Mazorcas por 100 Plantas.

Corresponde a la transformación que se hizo al multiplicar el número de mazorcas cosechadas por 100 y dividir las entre el número de plantas cosechadas.

12.- Rendimiento en Mazorca.

Se estimó utilizando la siguiente metodología:

- 1) Del total de las mazorcas cosechadas por cada parcela útil, se desgranó una mínima parte de cada mazorca, donde se tomó una muestra representativa y se determinó el porcentaje de humedad.

- 2) Se cuantificó el porcentaje de materia seca por diferencia con el porcentaje de humedad.
- 3) Se calculó el peso seco al multiplicar el porcentaje de materia seca por el peso de campo.
- 4) Finalmente el rendimiento fue en mazorca al 15.5% de humedad, que se obtuvo al multiplicar el peso seco por el factor de conversión (F.C.) a ton/ha.

$$F.C. = \frac{10,000 \text{ m}^2}{(\text{AREA DE PARCELA UTIL}) (0.845) (1,000)}$$

Donde:

- 10,000 m² = Equivalencia a una hectárea.
- AREA DE PARCELA UTIL = Area representativa de las plantas cosechadas.
- 0.845 = Constante para obtener el rendimiento al 15.5 por ciento de humedad.
- 1,000 = Coeficiente para obtener el rendimiento en ton/ha.

3.3.5 Desarrollo del Experimento

En la localidad de Celaya, Guanajuato la siembra se efectuó el 01 de mayo de 1994, bajo condiciones de "punta de

riego", mientras que para Zapopan, Jalisco se sembró el 01 de Julio del mismo año, bajo condiciones de temporal.

La siembra se hizo en forma manual, depositando dos semillas a una distancia de 21 cm, al germinar las semillas y emerger las plantas se "aclareó" dejando una planta por golpe.

Las prácticas culturales y la fertilización, se hicieron conforme a las que practican los agricultores de cada localidad.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Celaya, Gto.

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios de las variables estudiadas en la localidad de Celaya, Gto., en el cual se observa que en siete de ellas se presentan diferencias estadísticas para la fuente de variación tratamientos, dichas variables son; floración masculina, floración femenina, mala cobertura y rendimiento, que presentan diferencias estadísticas altamente significativas (0.01). Las variables acame de raíz, *Fusarium spp.* en planta y mazorcas por 100 plantas presentaron diferencias estadísticas significativas (0.05). Las variables altura de planta, altura de mazorca, acame de tallo y mazorcas podridas no presentaron diferencias.

Para la fuente de variación repeticiones, se observa que las variables altura de mazorca y acame de raíz presentaron diferencias estadísticas altamente significativas (0.01), y las variables altura de planta y rendimiento presentaron diferencias estadísticas significativas (0.05), lo que indica que el suelo es heterogéneo y que se realizó un bloqueo adecuado sobre él. Mientras que la variables floración

CUADRO 4.1 Cuadrados medios de las características agronómicas del análisis de varianza individual para la localidad de Celaya, Guanajuato.

FUENTES DE VARIACION	DIAS A FLORACION MASCULINA	DIAS A FLORACION FEMENINA	ALTURA DE PLANTA (cm)	ALTURA DE MAZORCA (cm)	ACAME DE RAIZ (%)	ACAME DE TALLO (%)	MALA COBERTURA (%)	Fusarium EN PLANTA (%)	MAZORCAS PODRIDAS (%)	MAZORCAS X 100 PLANTAS	RENDTO. MAZORCA ton./ha. 15.5% hum
TRAT.	2.86 **	2.86 **	1.41 NS	1.42 NS	2.03 *	0.59 NS	5.26 **	2.06 *	0.01 NS	2.00 *	6.54 **
REP.	1.38 NS	1.38 NS	5.00 *	8.00 **	9.42 **	2.86 NS	1.90 NS	0.37 NS	0.98 NS	0.31 NS	5.74 *
ERROR	2.613	2.612	196.026	237.788	32.636	22.457	37.120	34.067	27.568	115.963	0.806
C.V. %	2.00	1.98	5.69	11.29	43.34	151.99	21.55	22.72	28.11	9.55	7.53

** = Significancia al 0.01 de probabilidad

* = Significancia al 0.05 de probabilidad

NS = No significativo

masculina, floración femenina, acame de tallo, mala cobertura, *Fusarium spp.* en planta, mazorcas podridas y mazorcas por 100 plantas no presentaron diferencias estadísticas (NS).

En relación a los coeficientes de variación (Cuadro 4.1), se observa que para las variables que no se expresan en porcentaje se presentan valores bajos, con un rango entre 1.98 y 11.29%, considerándose confiables. Mientras que las variables expresadas en porcentaje presentaron valores altos, debido, principalmente, al criterio utilizado para evaluar esas variables.

En el Cuadro 4.2 se presenta la prueba de medias para rendimiento (Duncan al 0.05), se observa que se formaron 14 grupos, donde sobresale el híbrido 21, como el mejor, con un rendimiento promedio de 14.89 ton/ha superando a los testigos 37 (T1) y 38 (T2), cuyo rendimiento fue 14.48 ton/ha y 13.74 ton/ha respectivamente, los cuales se encuentran en los lugares 2° y 3°. Siendo los híbridos 08 y 15 los que presentaron menor rendimiento con 8.72 ton/ha y 8.00 ton/ha respectivamente.

Como se observó en el Cuadro 4.1, los análisis de varianza para la localidad de Celaya, Gto., siete variables presentaron diferencias estadísticas, las cuales se discuten

CUADRO 4.2 Medias de rendimiento (Duncan 0.05) de 40 híbridos dobles de maíz evaluados en Celaya, Gto. en el ciclo agrícola PV-94.

N° DE CRUZA	RENDIMIENTO DE MAZORCA ton/ha 15.5% de humedad
21	14.89 a
37	14.48 ab
38	13.74 abc
17	13.61 abc
33	13.52 abc
23	13.50 abc
28	13.43 abcd
26	13.35 abcde
40	13.18 abcdef
13	13.14 abcdefg
29	13.13 abcdefg
18	13.12 abcdefg
09	12.97 abcdefg
34	12.80 abcdefgh
32	12.76 abcdefgh
20	12.73 abcdefgh
39	12.70 bcdefgh
30	12.65 bcdefgh
36	12.56 bcdefgh
05	12.49 bcdefgh
07	12.40 bcdefgh
22	12.36 bcdefghi
01	12.16 cdefghij
25	12.00 cdefghijk
35	11.77 cdefghijkl
06	11.26 defghijkl
19	11.17 efg hijkl
12	11.04 fghijkl
24	10.96 ghijkl
04	10.72 hijklm
02	10.63 hijklm
16	10.24 ijklm
31	10.06 jklm
10	9.93 klmn
11	9.84 lmn
27	9.76 lmn
14	9.76 lmn
03	9.66 lmn
08	8.72 mn
15	8.03 n

a continuación:

Días a floración masculina y días a floración femenina, probablemente sus diferencias se deban a que los híbridos evaluados presentaron una respuesta diferente a la temperatura y al fotoperiodo que se presentan en este ambiente. Además de que cada híbrido fue formado con progenitores que provienen de poblaciones contrastantes.

Acame de raíz. Las diferencias que se presentaron en los híbridos evaluados para esta característica posiblemente se deben a que algunos híbridos presentaron un sistema radicular débil, a daños ocasionados por insectos en las raíces o a las pudriciones de las raíces ocasionadas por fitopatógenos. Asimismo se atribuye a los factores no controlables como la humedad y el viento.

Las diferencias encontradas en la variable *Fusarium spp.* en planta pueden ser debidas a las diferentes temperaturas y a los diferentes porcentajes de humedad que se presentaron en cada parcela experimental, así como a la infestación de estos patógenos que no fue homogénea, es decir, no hubo inoculación sino que fue una infestación natural, además a que los híbridos evaluados difieren considerablemente en su resistencia o tolerancia e estos fitopatógenos.

Para la variable mala cobertura, las diferencias encontradas pueden deberse a que las mazorcas de algunos híbridos no presentaron cobertura total, provocada posiblemente por la "no dominancia" de algunos genes al interactuar con las condiciones del medio ambiente de esta localidad.

Para las diferencias encontradas en la variable mazorcas por 100 plantas, se atribuye a que existieron híbridos con alta prolificidad, debida a la combinación diferente de genes que presentó cada cruce doble. Esta característica, prolificidad, es un criterio muy importante para seleccionar materiales, ya que es uno de los componentes de rendimiento más importantes, y sobre todo, cuando existen plantas con competencia completa. En el Cuadro A.3 del apéndice, se observa que existe una diferencia muy marcada de 69 mazorcas entre el "mejor" y el "peor" tratamiento.

Rendimiento, las diferencias encontradas en esta variable, pueden ser ocasionadas principalmente por la diferente constitución genética que presentó cada híbrido, la cual se refleja en la expresión del vigor, ciclo vegetativo, área foliar, etc. y por la respuesta al medio ambiente.

Para las variables que no presentaron diferencias estadísticas significativas, pero si presentaron diferencias

numéricas, se asume que el diseño experimental no fue lo suficientemente sensible para detectar dichas diferencias.

En relación a los coeficientes de variación, se observa que se presentaron valores relativamente altos para las características que se expresan en porcentaje como son; acame de raíz, acame de tallo, mala cobertura, *Fusarium spp.* en planta y mazorcas podridas, esto se debió probablemente al criterio que se tomó para evaluar cada variable, a las condiciones climáticas y meteorológicas (viento, humedad, temperatura, etc.), a los efectos de algunas enfermedades como en el caso de *Fusarium spp.*, en planta, que su infestación fue natural y que su distribución no fue homogénea, y en el caso de mala cobertura a las diferencias que presentan los híbridos evaluados para esta característica. Estos coeficientes de variación en estas variables eran de esperarse, ya que son variables difíciles de cuantificar, medir o valorar, y los criterios que existen para evaluarlas no son tan precisos.

En el Cuadro A.1 del apéndice se presenta las medias de las características agronómicas ordenadas en base al rendimiento de los 40 híbridos dobles evaluados en Celaya, Gto., y en el Cuadro A.3 se presenta la estadística descriptiva, para corroborar lo antes mencionado.

4.2 Zapopan, Jal.

En el cuadro 4.3 se presentan los cuadrados medios de las variables estudiadas en la localidad de Zapopan, Jal. se observa que para la fuente de variación tratamientos, solo tres de ellas presentaron diferencias estadísticas, de las cuales floración masculina presentó diferencia estadística significativa (0.05), y las variables floración femenina y rendimiento presentaron diferencias estadísticas altamente significativas (0.01). Las variables restantes como son: altura de planta, altura de mazorca, acame de raíz, acame de tallo, mala cobertura, *Fusarium spp.* en planta, *Fusarium spp.* en mazorca, mazorcas podridas y mazorcas por 100 plantas no presentaron diferencias.

Para la fuente de variación repeticiones únicamente presentó diferencia estadística significativa (0.05), la variable mazorcas podridas, mientras que para las 11 variables restantes no se presentaron diferencias estadísticas (NS).

En el Cuadro 4.4 se presenta la prueba de medias para rendimiento (Duncan, 0.05), se observa que se formaron 11 grupos, de los cuales sobresale el híbrido 04 como mejor material, el cual presentó un rendimiento de 11.21 ton/ha y que los híbridos 10, 15 y 36 cuyo rendimiento promedio fue

CUADRO 4.3 Cuadrados medios de las características agronómicas del análisis de varianza individual para la localidad de Zapopan, Jalisco.

FUENTES DE VARIAC.	DIAS A FLOR. MASC.	DIAS A FLOR. FEMEN.	ALTURA PLANTA (cm)	ALTURA MAZORCA (cm)	ACAME RAIZ (%)	ACAME TALLO (%)	MALA COBERT. (%)	Fusarium PLANTA (%)	Fusarium MAZORCA (%)	MAZORCAS PODRIDAS (%)	MAZORCAS X 100 PLANTAS	RENDO. MAZORCA ton./ha. 15.5%hum
TRAT.	2.00 *	2.52 **	1.01 NS	1.20 NS	0.93 NS	1.00 NS	1.30 NS	0.55 NS	0.83 NS	0.88 NS	1.26 NS	3.49 **
REP.	0.03 NS	0.00 NS	1.57 NS	0.20 NS	2.95 NS	0.96 NS	0.38 NS	0.58 NS	3.43 NS	5.31 *	3.69 NS	0.33 NS
ERROR	3.343	2.513	227.243	1.484	13.846	140.081	31.600	238.115	32.149	168.301	78.313	1.055
C.V. %	2.38	2.10	6.40	11.01	177.94	80.27	123.55	32.94	166.18	57.93	9.32	12.87

** = Significancia al 0.01 de probabilidad

* = Significancia al 0.05 de probabilidad

NS = No significativo

CUADRO 4.4 Medias de rendimiento (Duncan 0.05) de 40 híbridos dobles de maíz evaluados en Zapopan, Jal. en el ciclo agrícola PV-94.

N° DE CRUZA	RENDIMIENTO DE MAZORCA ton/ha 15.5% de humedad
04	11.21 a
10	10.23 ab
15	9.84 abc
36	9.81 abcd
37	9.73 abcd
17	9.34 abcde
07	9.33 abcde
18	9.12 abcdef
09	9.02 abcdef
32	8.98 abcdef
29	8.87 abcdef
12	8.87 abcdef
38	8.83 abcdefg
06	8.63 abcdefgh
20	8.57 bcdefgh
30	8.57 bcdefgh
22	8.26 bcdefghi
26	8.16 bcdefghi
31	8.08 bcdefghij
16	8.05 bcdefghij
28	8.01 bcdefghij
24	7.97 bcdefghij
08	7.75 bcdefghijk
21	7.65 cdefghijk
11	7.62 cdefghijk
25	7.42 cdefghijk
05	7.37 cdefghijk
34	7.28 defghijk
02	7.18 efghijk
27	7.06 efghijk
01	6.98 efghijk
40	6.88 efghijk
35	6.71 fghijk
19	6.68 fghijk
13	6.30 ghijk
23	6.14 hijk
14	6.02 ijk
03	5.84 ijk
39	5.59 jk
33	5.36 k

10.23 ton/ha, 9.84 ton/ha y 9.81 ton/ha respectivamente, superaron al mejor testigo, 37 (T1) con un rendimiento promedio de 9.73 ton/ha. Siendo los híbridos 39 (T3) y 33 los que presentaron menor rendimiento con 5.59 ton/ha. y 5.36 ton/ha. respectivamente.

Las diferencias que se encontraron entre los híbridos evaluados para las características días a floración masculina y femenina se deben probablemente a la combinación de genes que presenta cada cruce y por la respuesta de estas combinaciones genéticas con la temperatura y el fotoperiodo principalmente. Además estas diferencias permiten seleccionar híbridos precoces y tardíos, dependiendo de los objetivos del programa de mejoramiento genético, ya que se presenta un rango de 12 y 10 días respectivamente, como se puede observar en el Cuadro A.4.

Las diferencias estadísticas y numéricas que se presentan en la variable rendimiento, es un indicativo de que existen híbridos que presentan comportamiento diferente, ocasionado por la diferencia genética que constituye a cada uno, y por la interacción que tienen esos genes con el medio ambiente.

En cuanto a los coeficientes de variación, Cuadro 4.3 las variables expresadas en porcentaje presentaron valores

altos, como sucedió en la localidad de Celaya, Gto.. Estos valores altos como ya se mencionó son reflejados probablemente por el criterio que se tomó para evaluar cada variable, por las condiciones climáticas como viento, temperatura, sequía, enfermedades, etc.

En la mayoría de las variables estudiadas, en ambas localidades, los coeficientes de variación resultaron más altos en la localidad de Zapopan, debido a que la evaluación fue hecha bajo condiciones de temporal. Resultados semejantes fueron reportados por Avalos (1983) y Sandoval (1984) trabajando con sorgo bajo condiciones de riego y sequía, según estos resultados los valores de los coeficientes de variación para la mayoría de las características fueron más elevados bajo condiciones de temporal que bajo condiciones de riego.

Las diferencias en rendimiento de los híbridos evaluados, permiten seleccionar como superiores aquellos que presenten los rendimientos más altos, sin importar en gran medida el comportamiento que tuvieron en las demás variables estudiadas, por que se parte de que; sí una variable afecta considerablemente al híbrido evaluado, ésta se refleja en el bajo rendimiento.

En el Cuadro A.2 del apéndice se presentan las medias de las características agronómicas ordenadas en base al rendimiento de los 40 híbridos dobles evaluados en Zapopan, Jal. y en el Cuadro A.4 se presenta la estadística descriptiva, para corroborar la información del análisis de varianza.

4.3 Análisis combinado para Celaya, Gto. y Zapopan, Jal.

En el cuadro 4.5 se presentan los cuadrados medios y su significancia estadística de el análisis de varianza combinado para todas las características en estudio en las dos localidades, se observa que para la fuente de variación localidades, existen diferencias estadísticas altamente significativas (0.01) para las variables días a floración masculina, días a floración femenina, mala cobertura, *Fusarium spp.* en planta, mazorcas podridas y rendimiento, mientras que para la variables acame de raíz, acame de tallo y mazorcas por 100 plantas presentan diferencias estadísticas significativas (0.05). Las variables altura de planta y altura de mazorca no presentaron diferencias estadísticas significativas (NS).

En la fuente de variación tratamientos se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas (0.01)

CUADRO 4.5 Cuadrados medios de las características agronómicas del análisis de varianza combinado de 40 genotipos de maíz evaluados en dos localidades.

FUENTES DE VARIACION	DIAS A FLORACION MASCULINA	DIAS A FLORACION FEMENINA	ALTURA DE PLANTA (cm)	ALTURA DE MAZORCA (cm)	ACAME DE RAIZ (%)	ACAME DE TALLO (%)	MALA COBERTURA (%)	Fusarium EN PLANTA (%)	MAZORCAS PODRIDAS (%)	MAZORCAS X 100 PLANTAS	RENDTO. MAZORCA ton./ha. 15.5% hum.
LOC.	330.86 **	841.00 **	6.30 NS	2.45 NS	24.75 *	51.55 *	539.94 **	239.51 **	227.08 **	78.37 *	250.42 **
TRAT.	3.10 **	3.46 **	1.31 NS	1.37 NS	1.92 **	0.98 NS	4.43 **	0.69 NS	0.70 NS	2.17 **	4.75 **
LOC X TRAT	1.64 *	1.93 **	1.08 NS	1.32 NS	1.58 *	0.88 NS	2.44 **	0.79 NS	0.88 NS	1.23 NS	4.87 **
ERROR	2.978	2.563	211.634	213.813	22.969	80.626	34.464	136.140	31.350	97.138	0.931
C.V. %	2.19	2.03	6.04	11.02	61.95	100.69	35.76	32.18	50.98	9.49	9.69

** = Significancia al 0.01 de probabilidad

* = Significancia al 0.05 de probabilidad

NS = No significativo

para las características días a floración masculina, días a floración femenina, acame de raíz, mala cobertura, mazorcas por 100 plantas y rendimiento, las variables altura de planta, altura de mazorca, acame de tallo, *Fusarium spp.* en planta y mazorcas podridas no presentaron diferencias estadísticas (NS).

Para la fuente de variación tratamiento x localidad (genotipo x ambiente) se observa que las variables altura de planta, altura de mazorca, acame de tallo, *Fusarium spp.* en planta, mazorcas podridas y mazorcas por 100 plantas no presentan diferencias estadísticas significativas (NS). Las variables floración masculina y acame de raíz, presentaron diferencias estadísticas significativas (0.05) y las variables floración femenina, mala cobertura y rendimiento presentaron diferencias estadísticas altamente significativas (0.01).

En cuanto a los coeficientes de variación se observa que para las variables que no se expresan en porcentaje, se presentan valores bajos por lo que se consideran como confiables, y en relación con las variables expresadas en porcentaje, sus valores son relativamente altos.

En el Cuadro 4.6 se presenta la prueba de medias (Duncan 0.05), para rendimiento, de los híbridos evaluados en dos ambientes, se observa que se formaron siete grupos estadísticos de los cuales sobresale el híbrido 37 (T1), con un rendimiento promedio de 12.11 ton/ha. Los híbridos 17, 38 (T2), 21 y 36 fueron los que presentaron mejor comportamiento para ambas localidades con un rendimiento promedio de 11.48 ton/ha, 11.29 ton/ha, 11.27 ton/ha y 11.18 ton/ha respectivamente. Los híbridos 14 y 03 presentaron los rendimientos más bajos, 7.89 ton/ha y 7.75 ton/ha, respectivamente.

Los análisis de varianza combinados presentaron diferencias estadísticas en la mayoría de las variables estudiadas. Para la fuente de variación localidades se observa que las características que presentaron diferencias estadísticas, expresan las diferencias ambientales que se presentan en cada localidad, tales como la localización geográfica (Latitud, Longitud y Altitud), los factores ambientales (temperatura, cantidad y distribución de lluvia, humedad, fotoperiodo, tipos de suelo), los factores biológicos (patógenos, insectos, nemátodos), y los factores tecnológicos (fertilización, fecha de siembra, tipo de riego, etc.). Se asume que existen híbridos con mejor comportamiento en alguna localidad e híbridos que interaccionan con el ambiente, así mismo existen híbridos con un comportamiento

CUADRO 4.6 Medias de rendimiento (Duncan 0.05) de 40 híbridos dobles de maíz evaluados en dos ambientes (Celaya, Gto. y Zapopan, Jal.), en el ciclo agrícola PV-94.

N° DE CRUZA	RENDIMIENTO DE MAZORCA ton/ha 15.5% de humedad
37	12.11 a
17	11.48 ab
38	11.29 abc
21	11.27 abc
36	11.18 abc
18	11.12 abcd
29	11.00 abcd
09	11.00 abcd
04	10.97 abcd
32	10.87 abcd
07	10.87 abcd
26	10.76 abcde
28	10.72 abcde
20	10.65 abcde
30	10.61 abcdef
22	10.31 abcdef
10	10.08 abcdefg
34	10.04 abcdefg
40	10.03 abcdefg
12	9.96 abcdefg
06	9.95 abcdefg
05	9.93 abcdefg
23	9.82 abcdefg
13	9.72 bcdefg
25	9.71 bcdefg
01	9.57 bcdefg
24	9.46 bcdefg
33	9.44 bcdefg
35	9.24 bcdefg
16	9.14 bcdefg
39	9.14 bcdefg
31	9.07 cdefg
15	8.94 cdefg
19	8.92 cdefg
02	8.90 cdefg
11	8.73 defg
27	8.41 efg
08	8.23 fg
14	7.89 g
03	7.75 g

estable. Esto coincide con los resultados obtenidos por Córdova (1984), Ron y Hallauer (1989), y Tejeda (1994), al observar las diferentes condiciones entre localidades utilizadas, así como los resultados obtenidos de las evaluaciones, para determinar como el ambiente tiene influencia sobre los genotipos estudiados o bien para saber en que grado estos genotipos pueden soportar el efecto del medio ambiente. A este respecto, el ambiente de la localidad de Celaya, Gto. permitió que los híbridos manifestaran ampliamente su potencial genético, ya que presentan promedios de rendimiento más altos, comparados con los obtenidos en la localidad de Zapopan, Jal.

Las diferencias estadísticas encontradas entre los híbridos evaluados en los dos ambientes para la fuente de variación tratamientos, pueden ser debidas principalmente a la constitución genética de cada craza doble, ya que el proceso de mejoramiento al que fueron sometidas las líneas que las conforman permitió formar cruza simples con características muy diferentes entre sí, las cuales fueron los progenitores de éstas cruza dobles.

Otra de las posibles explicaciones por las que se encontraron diferencias estadísticas significativas para rendimiento entre los híbridos evaluados, es la diferencia en cuanto a su madurez fisiológica (días a floración) donde se

presentaron híbridos precoces y tardíos, además la evaluación en el ambiente de Celaya, Gto. presentó los rendimientos más altos, por lo que se asume existió mayor humedad disponible en el suelo que en Zapopan, Jal. debido a que en la localidad de Celaya, Gto. se sembró bajo riego.

Para la variable acame de raíz que presentó diferencias estadísticas, eran de esperarse ya que en la localidad de Celaya, Gto. también se presentaron diferencias estadísticas significativas, esto probablemente se debe a que en este ambiente siempre hubo humedad en el suelo y con la acción y velocidad incontrolable del viento, provocaron la inclinación de algunas plantas desde la base del tallo.

En cuanto a las diferencias estadísticas encontradas para la variable mala cobertura, pueden ser debidas a que en algunas líneas progenitoras de los híbridos evaluados no fueron seleccionadas para que presentaran buena cobertura de la mazorca, sino más bien para producir híbridos con alto rendimiento.

Otras de las variables importantes que forma parte de los componentes de rendimiento es mazorcas por 100 plantas, que presentó diferencias estadísticas significativas, se deben éstas, posiblemente, a que la humedad constante en el suelo de la localidad de Celaya, Gto., permitió entre y

dentro de tratamientos con mayor frecuencia la formación y desarrollo en algunas plantas de más de una mazorca, lo que en el ambiente de Zapopan, Jal. fue con menor frecuencia por las condiciones de temporal.

En las características altura de planta y altura de mazorcas no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y entre localidades, lo que indica seguramente que no hay suficiente variabilidad genética entre los híbridos evaluados para estas características, debido a los criterios de selección que se tomaron para identificar progenitores con características de porte bajo.

En cuanto a la variable acame de tallo, no presentó diferencia significativa en ningún ambiente por lo que se puede creer que los híbridos evaluados presentaron tolerancia, o bien el viento no fue lo suficientemente fuerte. Con respecto a *Fusarium spp.* en planta y mazorcas podridas que tampoco presentaron diferencias estadísticas se debe a que la distribución y desarrollo de los patógenos no fueron lo suficientemente importantes para causar daños severos a las mazorcas y plantas de cada tratamiento (no se inoculó, fue infestación natural).

Para la fuente de variación tratamiento x localidad, Yates y Cochran (1938), consignaron que el análisis de varianza combinado es una herramienta estadística útil para identificar la ocurrencia de la interacción tratamientos x localidad. Otros investigadores han propuesto modelos y desarrollado tecnologías que permiten caracterizar la interacción genético - ambiental y explicar la respuesta de cada genotipo ante el efecto de los ambientes evaluados.

En la fuente de variación interacción tratamientos x localidades para la mayoría de las características estudiadas, se observó que presentaron diferencias estadísticas, lo que indica que se presentó el efecto de interacción genotipo - ambiente y confirma la hipótesis planteada al inicio del trabajo. Estos resultados son congruentes debido a que los progenitores de los híbridos evaluados provienen de diferente base genética, al evaluarlos en diferentes ambientes su comportamiento también es diferente. Esto significa que el medio ambiente de una localidad presenta ventajas para un mejor desarrollo de algunos híbridos, mientras que para otros no son favorables. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Comstock y Moll (1963), Allard y Bradshaw (1964), Eberhart y Russell (1966), Márquez (1973), Palomo (1974), Cruz (1992) y Bucio (1992), entre otros.

Estos resultados coinciden, también, con los obtenidos por Laing y Walter (1966), y Rao (1976), que mostraron que la heterosis (vigor híbrido) está generalmente asociada con mayor sensibilidad a los factores ambientales.

Las características agronómicas y el rendimiento están determinados en gran medida por la capacidad de aprovechar de mejor forma el agua, la temperatura, la radiación solar, los nutrimentos del suelo, entre otros. Sin embargo estas condiciones ambientales varían considerablemente año con año en un mismo sitio y de un lugar a otro.

El conocimiento y magnitud de la interacción genotipo x ambiente en el mejoramiento de plantas, reviste en una gran importancia para determinar que genotipos son superiores y prosperantes en ciertos ambientes, y cuales son estables para seleccionarlos y recomendarlos. Este comentario coincide con el que menciona Bucio (1992) donde señala que la utilidad de la interacción genotipo - ambiente ha sido importante desde un punto de vista práctico para justificar las razones para seleccionar un genotipo dado por su comportamiento uniforme o estable en diferentes ambientes.

Para corroborar los datos obtenidos y seleccionar los híbridos superiores en cuanto a su rendimiento y comportamiento agronómico, se requiere evaluar los materiales

usualmente en varias localidades y años, así mismo, se requiere comparar varias generaciones, en las cuales los híbridos seleccionados en etapas anteriores se comparan entre sí y con híbridos comerciales.

En cuanto a los coeficientes de variación se observa, como en los análisis de varianza individuales para Celaya, Gto. y Zapopan, Jal., que para las variables expresadas en porcentaje son altos, por lo que se atribuye al criterio que se tomó para medir cada variable, a las condiciones climáticas, al comportamiento genético de cada híbrido evaluado y en el caso de patógenos que no tuvieron una distribución homogénea, sino una infestación natural.

En la Figura 4.1 se puede observar que los genotipos difieren en su comportamiento al cambiarlos de una localidad a otra. Además se observa que los genotipos 21, 37, 38, 17 y 23, fueron los que presentaron los rendimientos más altos para la localidad de Celaya, Gto. y que los genotipos 04, 10, 15, 36 y 37 fueron los materiales superiores para la localidad de Zapopan, Jal.. En la misma Figura se observa que los híbridos 04, 10 y 15 fueron los más estables, lo que significa que las variaciones del medio ambiente de las dos localidades donde fueron evaluados, no influyeron en cuanto a su rendimiento, en donde Allard y Bradshaw (1964) clasifican a los materiales como buenos amortiguadores cuando

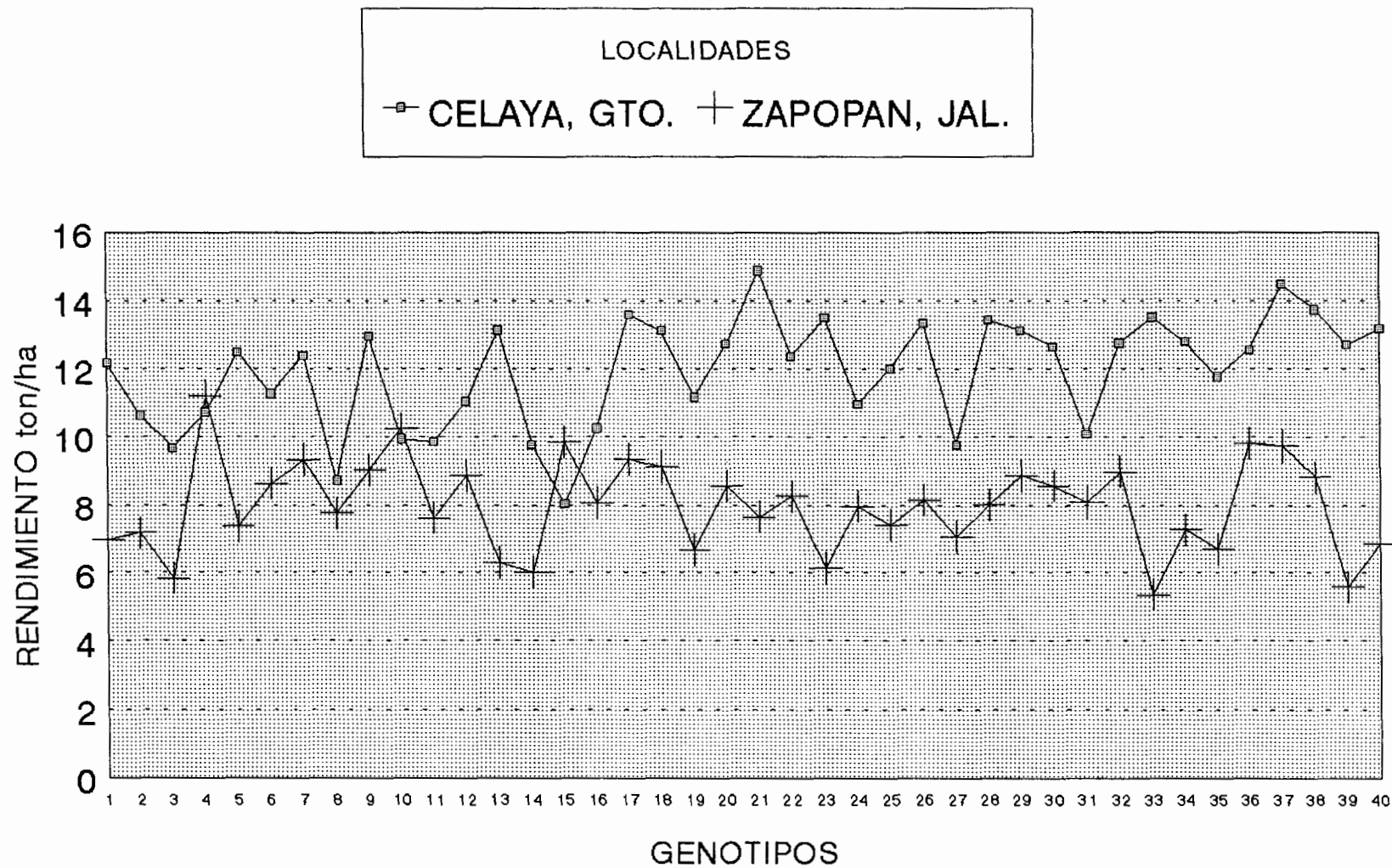


FIGURA 4.1 RENDIMIENTO DE 40 GENOTIPOS EVALUADOS EN DOS AMBIENTES.

presentan una buena adaptabilidad y estabilidad en diferentes ambientes.

En el cuadro A.5, se presenta la estadística descriptiva de las dos localidades (combinado), donde se observa la gran variabilidad en la expresión de las características en estudio.

V.- CONCLUSIONES

- Los híbridos 21, 37 (T1), 38 (T2), 17, 33 y 23 presentaron los rendimientos más altos en la localidad de Celaya, Gto., y los híbridos 08 y 15 presentaron los rendimientos más bajos.

- Los híbridos 04, 10 y 15 presentaron los rendimientos más altos en la localidad de Zapopan, Jal., mientras que los híbridos 39 y 33 presentaron los rendimientos más bajos.

- El ambiente de la localidad de Celaya, Gto. fue más favorable para el desarrollo de los híbridos, ya que presentaron rendimientos más altos con respecto a la localidad de Zapopan, Jal.

- Los híbridos superiores, en cuanto a rendimiento, en la combinación de las dos localidades fueron el 37 (T1), 17, 38 (T2), 21 y 36, los híbridos 14 y 03 presentaron los rendimientos más bajos.

- Los híbridos que presentaron cierto grado de estabilidad o amortiguamiento en las dos localidades son el 04, 10, 15, que además fueron los superiores en la localidad de Zapopan, Jal.

- Es recomendable la realización de evaluaciones en diferentes localidades y/o años, ya que es de gran importancia conocer la interacción de los genotipos con el ambiente y así seleccionar los materiales con mayor potencial de adaptación y rendimiento.

VI.- LITERATURA CITADA

Allard, R. W.. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. 4ª Edición. Editorial OMEGA. Barcelona, España. Págs. 232-237.

———. and A. D. Bradshaw. 1964. Implications of genotype - environmental interactions in applied plant breeding. *Crop. Sci.* 4 : 503-507.

Brauer, H. O.. 1987. Fitogenética aplicada. 1ª Edición. Editorial LIMUSA. México, D.F.. Págs. 283-311.

Carballo, C. A. y M. M. Livera. 1986. Ampliación de la adaptabilidad del sorgo. II. La interacción genético ambiental de genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) tolerantes al frío. *Fitotecnia.* 8 : 111-125.

Comstock, R. E. and R. H. Moll. 1963. Genotype-environment interactions. Symposium on statistical genetics and plant breeding. NAS-NRC. Pub. 982, Págs. 164-196.

- Córdova, H. S. 1984. Formación de híbridos dobles y triples de maíz en base a familias de hermanos completos y sus implicaciones en la producción de semilla comercial. In Congreso Nacional de Milho e sorgo maccio-Al. (15, 1984, Brasil). Brasil. Pág. 59.
- Cruz, M. R.. 1992. Generalización de modelos para el análisis de la interacción genotipo-ambiente. Fitotecnia. 15(2) : 149-158.
- Cuanalo, de la C. H.; et al.. 1989. Provincias, regiones y subregiones terrestres de México. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México. Págs. 322-323.
- Curiel, B. A.. 1989. Degradación actual y potencial de los suelos agrícolas de Zapopan, Jalisco. Tesis de maestría en ciencias. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.
- De la loma, J. L.. 1991. Genética general y aplicada. 1ª Edición. Editorial UTEHA. México, D.F.. Págs. 393-418.
- Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci. 6 : 36-40.

———. 1969. Yield and stability for a 10-Diallel of single-cross and double-cross maize hybrids. *Crop. Sci.* 9:357-361.

Estrella, M. M.. 1984. Tamaño del extracto de la selección masal en una población de maíz tropical. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, México.

Gómez, K. A. and A. A. Gómez. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2ª Edición. Editorial Wiley. Singapur. Págs. 316-356.

Guzmán, M. L.. 1991. Cruzas intervarietales en el cultivo del maíz con la participación de productores en la región de Nextipac, Zapopan, Jalisco. Tesis profesional. Escuela de agricultura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.

House, L. R.. 1982. El sorgo. 1ª Edición. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. Págs. 128-133.

Instituto de Geografía y Estadística. 1977. Análisis geoeconómico de Zapopan. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. 22 : 7-19.

INEGI. 1994 A. Anuario estadístico del estado de Guanajuato. Edición 1994. México.

INEGI. 1994 B. Anuario estadístico del estado de Jalisco. Edición 1994. México.

Jugenheimer, W. R.. 1987. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. 1ª Edición. Editorial LIMUSA. México, D.F.. Págs. 88-94.

Little, T. M. y F. J. Hills. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 1ª Edición. Editorial TRILLAS. México, D.F.. Págs. 59-66.

Márquez, S. F.. 1974. El problema de la interacción genético - ambiental en genotecnia vegetal. 1ª Edición. Editorial PATENA. Chapingo, México. Págs. 09-63.

———. 1985. Genotecnia vegetal. Teoría, problemas y resultados. Tomo I y II. 1ª Edición. Editorial AGT. México, D.F.

———. 1992. Simposio interacción genotipo-ambiente en genotecnia vegetal. Memorias. Guadalajara, México. Págs. 1-27.

Meredith, W. R. Jr. 1985. Lint yield genotype x environment interaction in upland cotton as influenced by leaf canopy isolines. *Crop. Sci.* 25 (3) : 509-512.

Nevado, M.. 1975. Selección de variedades. Informativo del maíz. Programa comparativo de investigaciones de maíz. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. N° 5.

Palomo, G. A.; Molina, G. J. y C. J. Ortiz. 1974. Interacción genotipo medio ambiente en algodónero (*G. hirsutum* L.) para La Comarca Lagunera. Rama de genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Págs. 145-154.

Poehlman, J. M.. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. 1ª Edición. Editorial LIMUSA. México, D.F.. Págs. 53-56, 263-300.

Reyes, C. P.. 1985. Diseño de experimentos aplicados. 2ª Edición. Editorial TRILLAS. México, D.F.. Págs. 96-104, 112-116.

———. 1985. Fitogenética básica y aplicada. 1ª Edición. Editorial AGT. México, D.F.. Págs. 18-24.

- Robles, S. R.. 1986. Genética elemental y fitomejoramiento práctico. 1ª Edición. Editorial LIMUSA. México, D.F.. Págs. 289-359.
- Ron, P. J. y A. R. Hallauer. 1989. Interacciones ambientales de 23 variedades de maíz en la región de "El Bajío" México. Agric. Tec. Méx. 15 (1) : 3-22.
- Sandoval, I. E. 1984. Respuesta Homeostática y estudio de estabilidad de algunos genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para grano. Tesis de maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, México.
- Sinnott, E. W. and K. S. Wilson. 1983. Botánica. 10ª Edición. Editorial Mc Graw-Hill. México, D.F.. Pág. 584.
- Tejeda, R. M.. 1994. Evaluación y selección de híbridos dobles de maíz (*Zea mays* L.) para el Trópico húmedo Mexicano. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, México.
- Tennenbaum, J. 1989. Nuestra prioridad es resolver la crisis alimentaria. XIII Congreso de la Federación Nacional de Cerealeros de Colombia. Bogotá, Colombia. Pág. 4-7.

Valenzuela, R. S.; Guzmán, M. E. y B. A. Espinoza. 1990. Interacción genotipo-ambiente para rendimiento de grano de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.). XIII Congreso Nacional de Fitogenética. Cd. Juárez, México. Pág. 237.

Velasco, O. V.. 1993. Evaluación de híbridos intervarietales de maíz en Nextipac, mpio. de Zapopan. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara. Guadalajara México.

Williams, W.. 1985. Principios de genética y mejoramiento de las plantas. 1ª Edición. Editorial ACRIBA. Zaragoza, España. Pág. 527.

CUADRO A.1 Medias de las características agronómicas de 40 híbridos dobles de maíz ordenadas en base al rendimiento para la localidad de Celaya, Guanajuato.

N° DE CRUZA	DIAS A FLORACION		ALTURA EN (cm)		ACAME EN (%)		MALA COBERTURA (%)	<i>Fusarium spp</i> EN PLANTA (%)	MAZORCAS PODRIDAS (%)	MAZORCAS X 100 PLANTAS	RENDIMIENTO EN MAZORCA ton./ha. 15.5% hum.
	MAS.	FEM.	PLTA.	MAZ.	RAIZ	TALLO					
21	83	84	245	142.5	13.0	0	15.2	23.8	9.8	110	14.89
37	78	79	245	140	2.8	0	27.5	21.1	12.4	106	14.48
38	83	84	237.5	130	9.9	0	16.5	10.1	7.1	96	13.74
17	80	81	240	127.5	6.6	0	28.3	15.8	9.4	110	13.61
33	84	85	252.5	135	6.1	0	26.5	19.3	12.7	105	13.52
23	85	86	240	140	4.9	0	15.2	18.2	6.1	108	13.50
28	79	80	252.5	142.5	8.8	0	6.7	12.8	5.4	97	13.43
26	78	79	247.5	142.5	4.4	0	5.3	28.5	10.6	114	13.35
40	80	81	237.5	130	8.8	1.3	11.5	28.8	8.1	108	13.18
13	81	82	250	135	7.8	1.3	33.0	15.2	17.6	117	13.14
29	83	84	252.5	152.5	12.0	1.3	26.9	15.5	13.6	109	13.13
18	82	83	265	152.5	8.6	1.0	13.5	9.7	6.8	109	13.12
09	81	82	255	135	6.6	1.3	63.1	22.2	10.4	112	12.97
34	80	81	270	165	3.8	0	12.3	19.0	6.7	114	12.80
32	79	80	240	140	12.2	0	37.8	15.8	16.3	117	12.76
20	79	80	245	117.5	2.9	0	13.7	13.2	6.6	131	12.73
39	83	84	265	150	9.8	0	12.6	23.2	8.8	137	12.70
30	80	81	247.5	150	17.4	0	16.5	6.2	15.3	100	12.65
36	81	82	250	142.5	2.9	0	40.4	12.2	7.5	121	12.56
05	82	83	225	122.5	6.3	1.2	39.5	25.4	13.0	126	12.49
07	79	80	247.5	127.5	13.6	1.4	26.0	20.0	10.2	126	12.40
22	79	80	257.5	130	2.5	1.2	32.6	12.5	13.5	122	12.36
01	79	80	237.5	127.5	7.8	1.3	9.8	17.0	7.6	120	12.16
25	83	84	240	152.5	4.6	0	12.5	21.4	10.2	133	12.00
35	83	84	245	152.5	9.4	2.4	44.4	22.1	13.8	110	11.77
06	81	82	230	125	2.2	1.3	7.8	17.9	6.7	105	11.26
19	82	83	260	155	3.7	1.3	48.3	16.2	7.8	104	11.17
12	79	80	252.5	107.5	1.2	1.4	16.9	18.1	10.2	116	11.04
24	81	82	270	160	2.5	1.3	18.7	21.6	14.4	98	10.96
04	80	81	246	140	3.8	1.3	51.0	28.9	12.7	125	10.72
02	80	81	250	145	1.2	1.1	6.7	27.8	15.7	105	10.63
16	83	84	240	127.5	4.8	1.4	31.5	14.3	13.3	132	10.24
31	82	83	237.5	125	22.8	0	32.3	16.6	15.8	120	11.06
10	78	79	247.5	135	5.3	1.4	9.5	28.3	13.9	114	9.93
11	83	84	252.5	145	1.3	2.6	19.5	16.0	8.8	118	9.84
27	78	79	245	117.5	6.3	1.6	26.7	18.9	14.1	137	9.76
14	82	83	222.5	120	3.9	0	32.6	14.5	16.7	111	9.76
03	79	80	222.5	117.5	1.3	2.5	18.3	42.5	18.3	103	9.66
08	84	85	247.4	147.5	3.8	1.4	8.4	36.4	21.4	110	8.72
15	82	83	222.5	125	6.6	1.5	21.7	33.6	18.8	96	8.03

CUADRO A.2 Medias de las características agronómicas de 40 híbridos dobles de maíz ordenadas en base a rendimiento para la localidad de Zapopan, Jalisco.

N° DE CRUZA	DIAS A FLORACION		ALTURA EN (cm)		ACAME EN (%)		MALA COBERTURA (%)	Fusarium spp EN (%)		MAZORCAS PODRIDAS (%)	MAZORCAS X 100 PLANTAS	RENDIMIENTO EN MAZORCA ton./ha. 15.5% hum.
	MAS.	FEM.	PLTA.	MAZ.	RAIZ	TALLO		PLTA.	MAZ.			
04	75	74	218.5	111.5	0	8.3	4.3	36.9	27.6	0	115	11.21
10	76	75	214	114	0	2.3	0	31	45.2	0	95	10.23
15	77	75	231.5	132	0	9.5	6.3	56	23.6	0	93	9.84
36	76	74	236	135.5	0	4.8	1.3	40.5	7.3	0	101	9.81
37	77	75	233	135	1.2	7.4	0	53.6	10.5	0	88	9.73
17	74	74	239	136	1.2	6.0	0	44	14.6	4.2	105	9.34
07	78	76	229.5	120	0	13.1	6.2	69.5	0	12.3	98	9.33
18	78	79	236	129	1.2	20.2	12.6	42.9	36.8	0	91	9.12
09	75	74	234	135.5	3.6	32.1	0	54.8	5	9.9	93	9.02
32	77	75	255	137.5	2.4	23.8	0	56	25.5	0	93	8.98
29	78	76	238.5	126.5	0	7.1	1.3	45.2	21.9	5.6	89	8.87
12	78	76	257	138.5	1.2	2.4	1.5	65.5	13.4	0	101	8.87
38	77	75	238	118.5	0	17.9	2.6	56	13.2	2.6	91	8.83
06	79	77	216	100.5	0	1.2	0	48.8	9.8	2.6	96	8.63
20	78	78	240.5	129	0	1.2	2.6	59.5	11.8	0	93	8.57
30	77	77	241	121	1.2	9.8	0	63.1	37.5	2.5	96	8.57
22	75	74	252.5	142.5	2.4	22.6	1.2	53.6	13.8	2.8	100	8.26
26	78	76	231	125	0	4.8	0	48.8	9.1	0	103	8.16
31	79	78	239.5	138	0	1.3	1.4	53.6	35.8	0	96	8.08
16	76	74	239	126.5	0	2.4	4.2	72.6	10.5	0	91	8.05
28	81	80	228	129.5	0	8.0	0	17.9	26.1	2.3	91	8.01
24	79	76	247	140	0	6.0	1.1	61.9	2.8	0	96	7.97
08	80	79	229	129	0	7.1	0	31	17.1	2.4	98	7.75
21	80	79	229.5	120	0	6.0	1.1	31	0	12.5	91	7.65
11	75	74	252	153	0	38.1	1.5	73	11.8	2.9	81	7.62
25	77	75	245.5	125	0	1.2	0	57.1	0	0	96	7.42
05	77	75	243	124.5	0	9.5	5.0	65.5	2.4	2.5	98	7.37
34	77	75	223.5	128	0	13.2	0	46.8	24.9	0	98	7.28
02	75	74	226	117.5	0	0	1.1	51.2	14.4	2.3	108	7.18
27	74	74	241	124.5	1.2	8.3	1.0	70.2	30.6	2.1	100	7.06
01	74	73	245.5	135	0	25.0	0	67	16.7	2.4	100	6.98
40	75	74	246	145	0	8.3	0	69.1	18.3	2.8	91	6.88
35	78	76	247	144.5	0	14.3	4.1	59.5	8.3	0	93	6.71
19	80	78	230	126.5	0	9.5	0	46.4	5.3	0	95	6.68
13	78	76	222	125.5	1.2	3.6	7.1	59.0	23	0	101	6.30
23	78	76	233	133.5	0	3.6	0	63.1	16.7	0	93	6.14
14	76	74	225	128.5	2.4	2.4	6.3	38.1	15	0	96	6.02
03	74	74	221	108.5	0	2.4	0	36.9	29.8	0	96	5.84
39	80	80	226	119	1.2	2.4	0	54.8	22.2	4.2	72	5.59
33	76	76	245	149.5	1.2	25.0	2.7	67.9	27.8	0	88	5.36

CUADRO A.3 Estadística descriptiva de las características agronómicas de 40 genotipos de maíz evaluados en Celaya, Gto.

CARACTERISTICAS	MEDIA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR
DIAS A FLORACION MASCULINA	80.8	77.0	85.0	8.0	5.0	2.2
DIAS A FLORACION FEMENINA	81.8	78.0	86.0	8.0	5.0	2.2
ALTURA DE PLANTA (cm)	245.4	215.0	285.0	70.0	251.1	15.8
ALTURA DE MAZORCA (cm)	136.4	85.0	175.0	90.0	311.4	17.6
ACAME DE RAIZ (%)	6.6	0.0	25.1	25.0	29.8	5.5
ACAME DE TALLO (%)	0.8	0.0	5.1	5.1	1.9	1.4
MALA COBERTURA DE MAZORCA (%)	24.2	2.1	76.2	74.1	239.0	15.5
<i>Fusarium spp.</i> EN PLANTA (%)	19.5	2.4	51.4	49.1	92.1	9.6
MAZORCAS PODRIDAS (%)	10.9	0.0	26.8	26.8	28.9	5.4
MAZORCAS X 100 PLANTAS	112.8	88.0	157.0	69.0	172.1	13.1
RENDIMIENTO	11.9	7.4	15.7	8.2	3.1	1.7

CUADRO A.4 Estadística descriptiva de las características agronómicas de 40 genotipos de maíz evaluados en Zapopan, Jal.

CARACTERISTICAS	MEDIA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR
DIAS A FLORACION MASCULINA	76.8	71.0	83.0	12.0	4.9	2.2
DIAS A FLORACION FEMENINA	75.6	72.0	82.0	10.0	4.9	2.1
ALTURA DE PLANTA (cm)	236.0	203.0	270.0	67.0	230.0	15.2
ALTURA DE MAZORCA (cm)	129.1	95.0	164.0	69.0	218.0	14.8
ACAME DE RAIZ (%)	0.5	0.0	7.1	7.1	1.7	1.3
ACAME DE TALLO (%)	9.8	0.0	52.4	52.4	156.9	12.5
MALA COBERTURA DE MAZORCA (%)	1.7	0.0	12.5	12.5	8.9	3.0
<i>Fusarium spp.</i> EN PLANTA (%)	53.0	7.1	92.9	85.7	472.0	21.7
MAZORCAS PODRIDAS (%)	1.2	0.0	11.1	11.1	6.3	2.5
<i>Fusarium spp.</i> EN MAZORCA (%)	17.9	0.0	71.4	71.4	224.0	15.0
MAZORCAS X 100 PLANTAS	94.9	57.0	119.0	62.0	90.9	9.5
RENDIMIENTO	8.0	4.8	12.0	7.2	2.3	1.5

CUADRO A.5 Estadística descriptiva combinada de características agronómicas de 40 genotipos de maíz evaluados en Celaya, Gto. y Zapopan, Jal.

CARACTERISTICAS	MBDIA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	RANGO	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR
DIAS A FLORACION MASCULINA	78.8	71.0	85.0	14.0	8.8	3.0
DIAS A FLORACION FEMENINA	78.7	72.0	86.0	14.0	14.2	3.8
ALTURA DE PLANTA (cm)	240.5	285.0	285.0	82.0	263.0	16.2
ALTURA DE MAZORCA (cm)	132.7	85.0	175.0	90.0	276.4	16.6
ACAME DE RAIZ (%)	3.6	0.0	25.0	25.0	25.0	5.0
ACAME DE TALLO (%)	5.3	0.0	52.4	52.4	99.1	10.0
MALA COBERTURA DE MAZORCA (%)	12.9	0.0	76.2	76.2	250.4	15.8
<i>Fusarium spp.</i> EN PLANTA (%)	36.2	2.4	92.9	90.5	563.1	23.7
MAZORCAS PODRIDAS (%)	6.1	0.0	26.8	26.9	41.0	6.4
MAZORCAS X 100 PLANTAS	103.9	57.0	157.0	100.0	210.8	14.5
RENDIMIENTO	10.0	4.8	15.7	10.9	6.6	2.6