



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**“PRODUCTIVIDAD DE HÍBRIDOS DE MAÍZ
FORMADOS A PARTIR DE LINEAS PROGENITORAS
DEL H-28, POR DIFERENTE ORDEN DE CRUZA”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A
AUGUSTO / ~~ANGEL~~ TORRES

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

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉX.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



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

UNIVERSIDAD NACIONAL
 AVENIDA DE
 MEXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

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

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

Con base en el art. 20 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que recibimos el trabajo

"Productividad de híbridos de maíz formados a partir de las líneas progenitoras del H-58, por diferente orden de cruza".

que presenta el pasante: Augusto Ángel Torres
 con número de cuenta: 8327689-9 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 21 de febrero de 1996

PRESIDENTE	M. en C. Margarita Tadeo Robledo	<u>Margarita Tadeo</u>
VOCAL	M. en C. Alejandro Estanosa Calderón	<u>Alejandro Estanosa</u>
SECRETARIO	Ing. Guillermo Basilio Juárez	<u>Guillermo Juárez</u>
1er. SUPLENTE	M. en C. Juan Víctor Vargas	<u>Juan Víctor Vargas</u>
2do. SUPLENTE	Ing. Francisco Vega Martínez	<u>Francisco Vega</u>

Quien con el esfuerzo propio
logre llegar hasta la cima
de una primera meta,
para entonces su espíritu
experimentará tal fortaleza,
que sentirá la necesidad de
escalar otras cimas superiores.

Si el camino elegido para
dirigirte hacia el alcance de una
noble meta, en alguna parte
resultará ser muy escabroso, que
aún esforzándote no te fuere
posible avanzar por el mismo,
toma una ruta colateral y continua
tu avance en pos de tu
objetivo, el éxito sólo lo alcanzan
los audaces y aguerridos.

Si ya decidiste la meta más
próxima que deseas alcanzar,
aborda el camino y no te
detengas hasta conquistarla.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Juan Angel Alonso
Constantina Torres Avelino

Aún gran padre: Por su ejemplo de ser incansable, atento, responsableel siempre nuestro.

A MIS HERMANOS:

Alicia, Teresa, Pedro, Micaela, Alfonso,
Dominga y Gaspar Angel Torres.

Por su constante ayuda, apoyo y comprensión que me han brindado durante mi carrera, porque siempre podré contar con ellos, por su amor y cariño.

A MI NOVIA:

Linda Hernández Novelo.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Que incondicionalmente me brindaron su amistad y ayuda, de quienes recibí un gran apoyo moral en los momentos difíciles y una sincera sonrisa en los momentos de alegría, con mucho cariño para ustedes.

A LAS SIGUIENTES PERSONAS:

Angel Andrade F., Angelina V., Saltación Angel Alonso, J. Asunción Hdez. y Eligia Santamaría.
A quienes les debo, gratitud, admiración y afecto, para ustedes.

A mis amigos y compañeros que realizarón su tesis al mismo tiempo: Ings. Juan Ramirez Torres y Rafael Martínez Mendoza.

Al Ing. Angel Piña del Valle, por su amistad y su apoyo incondicional que me brindo en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

- Ha constituido una satisfacción especial para mí, haber trabajado con el M.C. Margarita Tadeo Robledo y el M.C. Alejandro Espinosa Calderón, cuya dirección, paciencia y entusiasmo fueron importantes para lograr el presente trabajo.
- A los miembros del H. Jurado: Por su valioso tiempo dedicado en la revisión, sugerencias aportadas y aprobación del presente trabajo.
- | | |
|-------------------|-----------------------------------|
| Presidente: | M.C. Margarita Tadeo Robledo. |
| Vocal: | M.C. Alejandro Espinosa Calderón. |
| Secretario: | Ing. Guillermo Basante Butrón. |
| Primer Suplente: | M.C. Juan Virgen Vargas. |
| Segundo Suplente: | M.C. Francisco Javier Vega Mtz. |
- A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por haberme brindado la oportunidad para la realización de mis estudios.
- A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-C-UNAM), especialmente a los profesores de Ing. Agrícola, que gracias a ellos de una u otra forma contribuyeron a mi formación.
- A Martín Arias Hernández y esposa Gabriela Epitacio Santamaría, quienes sin serlo han sido parte de mi familia, por su gran apoyo incondicional, gratitud y benevolencia para la terminación de mis estudios y en especial la tesis.

INDICE

	Pag.
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	XI
RESUMEN	XIII
I. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos	6
1.2. Hipótesis	6
II. REVISION DE LITERATURA	7
2.1. Formación de híbridos de maíz	7
2.1.1. Antecedentes	7
2.1.2. Hibridación	8
2.1.3. Origen de las líneas	10
2.1.4. Autofecundación de líneas	11
2.1.5. Obtención de línea pura	14
2.1.6. Selección de líneas	14
2.1.7. Elección de progenitores (σ y φ) entre las líneas para la formación de cruzas	16
2.1.8. Aptitud combinatoria (ACG y ACE)	17
2.1.9. Heterosis o vigor híbrido	19
2.2. Formación de híbridos	22
2.2.1. Híbridos cruzas simple	23
2.2.2. Híbridos de cruzas trilineal	28

2.2.3. híbridos de cruzada doble	28
2.3. Productividad de híbridos de maíz	34
2.3.1. Componentes de rendimiento	34
2.3.2. Predicciones de productividad en distintos tipos de híbridos	39
2.4. Efectos por el intercambio de progenitores en híbridos	42
2.5. El híbrido cruzado doble H-28	46
2.5.1. Formación del híbrido	46
2.5.2. Potencial productivo	48
III. MATERIALES Y METODOS	50
3.1. Localización	50
3.2. Condiciones ambientales	50
3.2.1. Temperatura	51
3.2.2. Precipitación	51
3.2.3. Heladas	51
3.3. Condiciones edáficas	52
3.4. Material genético	52
3.5. Diseño experimental	53
3.5.1. Parcela experimental	53
3.5.2. Parcela útil	55
3.5.3. Análisis estadístico	55
3.6. Manejo agronómico	55
3.6.1. Siembra	55
3.6.2. Fertilización	56

3.6.3. Control de malezas	56
3.6.4. Aclareo y desahije	57
3.6.5. Aporque	57
3.6.6. Cosecha	57
3.7. Componentes de rendimiento evaluados	57
3.7.1. Días a floración masculina al 100%	57
3.7.2. Días a floración femenina al 100%	58
3.7.3. Altura de planta	58
3.7.4. Altura de mazorca	58
3.7.5. Longitud de mazorca	58
3.7.6. Diámetro de mazorca	58
3.7.7. Diámetro de olote	58
3.7.8. Número de hileras/mazorca	59
3.7.9. Número de granos/hilera	59
3.7.10. Porcentaje de grano	59
3.7.11. Porcentaje de materia seca	59
3.7.12. Peso volumétrico	59
3.7.13. Peso de 200 granos	60
3.7.14. Rendimiento	60
3.7.15. Madurez fisiológica	61
3.7.16. Calificación de semilla	61
3.7.17. Número de mazorcas	61
3.7.18. Tamaño de grano	61

IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	62
	4.1. Análisis de varianza	62
	4.2. Comparación de medias	63
V.	CONCLUSIONES	92
VI.	BIBIOGRAFIA	94
VII.	APENDICE	105

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS

Pág.

Cuadro 1.	Híbridos de maíz obtenidos con las líneas del H-28 a evaluarse, en Cuautitlán, Mex. 1992 . . .	54
Cuadro 2A.	Rendimientos obtenidos del híbrido H-28, a través de diferentes años y localidades de evaluación en comparación con otras variedades.	107
Cuadro 3.	Cuadros medios, significancia estadística y coeficientes de variación de las variables evaluadas en el híbrido de maíz H-28, obtenido por diferente orden de cruza de sus progenitores	64
Cuadro 4A.	Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en progenitores del híbrido de maíz H-28, por diferente orden de cruza. Cuautitlán Izcalli, México 1992. Rendimiento medio, altura de planta, altura de mazorca y días a floración masculina al 100%	108
Cuadro 5A.	Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en progenitores del híbrido de maíz H-28, por diferente orden de cruza. Cuautitlán Izcalli, México 1992. días a floración femenina al 100%, longitud de mazorca, No. de hileras/ mazorca y No. de granos/hilera	109

Cuadro 6A.	Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en progenitores del híbrido de maíz H-28, por diferentes orden de cruza. Cuautitlán Izcalli, México 1992. Diámetro de mazorca, diámetro de olote, peso de 200 granos y peso volumétrico	110
Cuadro 7A.	Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en progenitores del híbrido de maíz H-28, por diferente orden de cruza. Cuautitlán Izcalli, México 1992. % de grano grande, % de grano mediano y No. de mazorcas buenas	111
Cuadro 8A.	Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en progenitores del híbrido de maíz H-28, por diferentes orden de cruza. Cuautitlán Izcalli, México 1992. No. de mazorcas malas, madurez fisiológica, calificación de mazorca y calificación de grano	112

FIGURAS

1A.	Estación de crecimiento del híbrido de maíz H-28, ciclo P-V de 1992 en Cuautitlan, México.	106
2.	Comparación de medias (Tukey, 0.05 de probabilidad) del rendimiento total de grano en los híbridos de maíz del H-28.	68

RESUMEN

En ocasiones existe la necesidad de invertir el orden de cruza por razones prácticas, en la producción de semillas de híbridos de maíz, ya que con esto se puede aprovechar las ventajas que presentan alguno de los progenitores con respecto a un mayor rendimiento y/o calidad de semilla, lo cual además de elevar la productividad, frecuentemente también se mejora la sincronía a floración entre progenitores o algún otro factor que facilite el incremento de semilla.

El maíz híbrido H-28 es de buen potencial productivo, representando una buena opción para los Valles Altos, debido a su conformación como híbrido doble, presenta la desventaja que para el incremento de semilla, necesita de 7 lotes y de mayor tiempo e inversión para la obtención de semilla comercial. En el presente trabajo se pretende definir la posibilidad de que alguna versión de cruza simple o trilíneal, con las líneas del H-28 que presente mayor capacidad productiva del híbrido, así como facilidad para la obtención y multiplicación de semilla, siendo menos compleja.

En el presente trabajo se estableció como objetivo definir los efectos en rendimiento y calidad de la semilla en el híbrido H-28, por emplear diferente orden de cruza en las líneas progenitoras.

El ensayo se estableció durante el ciclo Primavera-Verano de 1992; en las parcelas experimentales de la FES-C-UNAM, Campo 4, ubicadas en Municipio de Cuautitlán-Izcalli, México. Evaluándose la capacidad productiva del híbrido H-28, en comparación con 5 versiones diferentes de cruzas formados a partir de las líneas progenitoras. Las combinaciones incluyen: La craza doble original o directa del híbrido H-28, es decir: (M15XM16) X (M17XM18); una craza doble recíproca del H-28 (M17XM18) X (M15XM16); craza simple directa macho del H-28 (M17XM18); craza simple recíproca macho del H-28 (M18XM17); craza trilínea (M17XM18) X M15 y los testigos: El híbrido varietal Aspros-720; V-23 y los híbridos H-30 y H-33.

El diseño experimental fue de bloques al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones, la parcela experimental se estableció de 4 surcos de 5 m. de longitud con una separación de 0.80 m. entre surcos, la parcela útil la constituyeron los 2 surcos centrales, con una densidad de población aproximada de 60,000 plantas/ha.

La siembra se realizó el 15 de mayo de 1992, aplicando una dosis de fertilización de 100-70-40. La cosecha se efectuó el 17 de diciembre de 1992.

Las variables evaluadas fueron: Rendimiento total de grano, altura de planta, altura de mazorca, días a floración masculina al 100%, días a floración femenina al 100%, longitud de mazorca, No. de hileras/mazorca, No. de granos/hileras, diámetro de mazorca,

diámetro de oloto, peso de 200 granos, peso volumétrico, % de grano grande, % de grano mediano, No. de mazorcas buenas, No. de mazorcas malas, madurez fisiológica, calificación de mazorca y calificación de grano.

De los resultados obtenidos se concluyó lo siguiente:

1.- Los híbridos simples, trilineales y dobles generados a partir de las líneas progenitoras del híbrido H-28, no manifestaron efectos significativos estadísticamente, sobre la expresión del rendimiento.

2.- Estadísticamente no hubo diferencias significativas en la mayoría de las variables agronómicas evaluadas, para los diferentes híbridos conformados con las líneas progenitoras del híbrido H-28.

3.- El orden de cruza doble original del H-28 (M15XM16) X (M17XM18) y el orden de cruza recíproca del mismo híbrido (M17XM18) X (M15XM16) no presentaron diferencias significativas en los componentes de rendimiento.

4.- Las combinaciones simples (M17XM18) directa y (M18XM17) recíproca, progenitor macho del H-28, no mostraron diferencias significativas en los componentes de rendimiento, sin embargo se apreció cierta tendencia favorable en relación a las otras tres versiones diferentes de combinación del H-28.

5.- La combinación de cruza simple (M17XM18) directa macho del H-28, por su productividad y calidad física de semilla (tamaño grande), podría ser la mejor opción de cruza simple para producción de semilla comercial, cuando esta cruza simple participa como hembra de híbridos trilineales o dobles.

6.- La combinación trilineal (M17XM18) X M15 presentó el más alto rendimiento numéricamente entre las 5 versiones de cruza del H-28, superando a los cruzamientos simples y dobles por lo cual se le considera como una probable opción que podría resultar conveniente para una mayor productividad de grano y facilidad en la producción de semilla comercial. Para lo cual convendría evaluarse nuevamente.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz se ubica, después del trigo y del arroz, como el tercer cultivo más importante del mundo. Se utiliza directamente como alimento para el consumo humano, así como para diversos usos industriales. Su importancia reside en la aptitud de su cultivo que abarca grandes extensiones y amplias latitudes y altitudes, ya que se puede cultivar en una gran diversidad de condiciones ambientales. (Duncan, 1975).

En México es el cultivo más importante en superficie sembrada y valor de la cosecha, así como por ser el alimento principal de la población, además de ocupar el 20% de la población económicamente activa (SARH;1982).

En el Estado de México, segundo productor de maíz a nivel nacional, en 1980 se produjeron un millón 875 mil toneladas, cantidad que representa el 15% de la cosecha nacional.

Las regiones productivas de maíz del Estado de México, se conocen como Valles Altos, y se localizan en altitudes que varían entre los 2,000 y 3,000 m.s.n.m. (Arellano y Carballo, 1981).

La producción de maíz en los Valles Altos es afectada de manera compleja por muchos factores, entre los que se encuentran

los ambientales: Heladas tempranas y tardías, precipitación pluvial escasa y mal distribuida, presencia de granizadas vientos; suelos de baja fertilidad, bajo contenido de materia orgánica, topografía irregular, erosión y salinidad, tecnológicos: Como el uso limitado de la tecnología disponible (variedades mejoradas), baja productividad de maíces criollos; control ineficiente de malezas, plagas y enfermedades. Algunos de tipo social y económico, como el minifundio, crédito ineficiente e inoportuno, falta de infraestructura para la entrega oportuna de insumos, la desorganización de los productores y la escasez de capital en el campo, lo cual restringe la producción potencial del cultivo de maíz en este Estado. (Velázquez y Arellano, 1993).

Así mismo, debe considerarse que la divulgación de la tecnología obtenida deficiente en cantidad y calidad, limita directamente la adopción de las recomendaciones e indirectamente la producción de maíz (Espinosa, 1992).

A nivel nacional se acepta que la superficie de maíz que se siembra con semilla mejorada es de un 23 a un 25% (Badillo, 1981). En cuanto al uso de semilla de variedades mejoradas en la región de los Valles Altos Centrales de México, éstas se comenzaron a distribuir desde hace casi 30 años, sin embargo, sólo se siembra aproximadamente un 10% de la superficie cultivada, mientras que el resto se establece con maíces criollos (Carballo, 1979).

Dada la importancia que tiene este cultivo en México, el maíz ha sido sometido aún extenso e intenso mejoramiento genético con el propósito de aumentar su rendimiento de grano (Espinosa, 1985).

La constante importación de grano que el país realiza anualmente para satisfacer la demanda nacional y la gran extensión que se destina a la producción de este grano, fijan un reto al productor, fitomejoradores y las instituciones agrícolas de alcanzar mayores niveles de productividad (Coronel, 1977).

Los resultados de la investigación agrícola realizada en dicho cultivo, indican que es factible incrementar los rendimientos de grano por hectárea, mediante la utilización racional de semilla de híbridos y variedades mejoradas (SARH, 1986).

La investigación desarrollada durante la etapa de 1980 a los años actuales, constituye una de las etapas más significativas. Los objetivos se han enfocado a la generación de variedades e híbridos con características agronómicas acordes a una agricultura comercial intensiva (Velázquez y Arellano, 1993).

En el Estado de México a partir de 1941 se inició de manera formal el mejoramiento genético de maíz (Angeles et al., 1986), en los campos experimentales de la Dirección de Agricultura de la

SAG; el Instituto de Investigaciones Agrícolas y el INIA, las cuales han dado origen actualmente al INIFAP (Gómez, 1991).

El híbrido doble de maíz H-28 fue liberado por INIA (Antecesor del INIFAP) en 1964, se recomienda para alturas que van de 2,000 a 2,600 m.s.n.m. Sus progenitores así como el híbrido pertenecen a la raza cónica. Como híbrido doble presenta buen comportamiento y adaptabilidad (Aguado, et al, 1964). El H-28 es un producto de la estrategia que promovió el uso de híbridos dobles para facilitar la producción de semillas y favorecer una mayor adaptabilidad de los materiales en condiciones impredecibles.

Poco se avanzó en épocas pasadas para utilizar híbridos de dos o tres líneas, los cuales presentan menos complejidad que la cruce doble para la multiplicación de semillas. Para conformar un híbrido de cruce doble se requiere el manejo de siete lotes aislados: Cuatro lotes para cada línea, dos para las cruces simples y el lote del incremento del híbrido. En cambio para un híbrido trilineal se requieren sólo cuatro orígenes diferentes. Además la multiplicación de semilla certificada presenta buena rentabilidad porque se utiliza como hembra una cruce simple y por otro lado la labor de desmezcle en este tipo de híbridos es fácil, por que el macho es una línea de la cual pueden eliminarse las plantas fuera de tipo cuando las presenta.

En 1990 el INIFAP liberó al H-34, primer híbrido de crusa simple para los Valles Altos de México, sin embargo la baja productividad de las líneas, en comparación con otro tipo de híbridos ha hecho difícil su utilización por empresas semilleras, actualmente no existe ningún híbrido trilineal, en esta región. Este tipo de híbridos presenta mejor productividad que los híbridos dobles y además el mantenimiento de su calidad genética se facilita, no es tan complicado como lo es un híbrido doble.

El H-28 se liberó bajo la combinación (M15XM16) X (M17XM18), pero los trabajos de tecnología de producción de semillas sugirieron la modificación del orden inverso (M18XM17) X (M15XM16).

En otro híbrido de Valles Altos, la técnica denominada Cris cross o intercambio de progenitores, permitió una mayor productividad de los progenitores (Espinosa, et al, 1992).

Los híbridos de crusa doble presentan mayor complejidad para incrementar semilla, que los híbridos de tres líneas y simples ya que hay que incrementar sus orígenes (identidades) genéticas por separado. En México la mayoría de los híbridos obtenidos en un principio se conformaron bajo la estrategia de híbridos dobles para su adaptabilidad, sin embargo en los últimos años se han aportado evidencias que comprueban que es factible producir bajo una aceptable costeabilidad híbridos de tres líneas (Espinosa y Carballo, 1986).

1.1. OBJETIVOS

- 1. Determinar la capacidad productiva de híbridos simples, trilineales y dobles obtenidos con las líneas progenitoras del H-28.**
- 2. Definir efectos del orden diferente de cruce de progenitores del maíz híbrido H-28 y su relación con productividad de semillas.**

1.2. HIPÓTESIS

- 1. A partir de las líneas progenitoras del H-28 se logran híbridos trilineales y simples superiores en rendimiento al híbrido original.**
- 2. La capacidad productiva del maíz H-28 es similar bajo diferente orden de cruce.**

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LA FORMACIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ

2.1.1. ANTECEDENTES

El maíz es una especie monoica típica de polinización cruzada, (alógama), por lo tanto, cada planta es un híbrido diferente con caracteres individuales distintos con un 95% de polinización cruzada o libre y un 5% de autopolinización. Tiene las flores estaminadas (σ) en la mazorca.

En el maíz se han efectuado muchos estudios genéticos debido a que:

- a) Es una planta producida muy extensamente.
- b) Las polinizaciones cruzadas o las autopolinizaciones se pueden efectuar con facilidad.
- c) Se obtienen grandes cantidades de semilla de una sola planta.
- d) Existen muchas características hereditarias de fácil observación.
- e) El maíz contiene muchos caracteres recesivos que se manifiestan mediante autofecundación, debido a que es una especie normalmente de polinización cruzada.

Los principales métodos por medio de los cuáles se crean nuevas variedades en las especies de polinización cruzada (maíz) pueden clasificarse en cuatro grupos: a) Introducción, b) Selección en masa, c) Creación de variedades sintéticas e hibridación (Poelhman, 1981). Este último método se tomará en cuenta en el estudio del presente trabajo.

2.1.2. HIBRIDACION

La hibridación es el método para la obtención de nuevas variedades que utiliza las cruas para obtener recombinaciones genéticas. (Poelhman, 1987).

La hibridación es el cruzamiento entre individuos de constitución genética distinta. Por el procedimiento de hibridación en forma objetiva los fitomejoradores pueden combinar características convenientes de variedades progenitoras en nuevos tipos, que no se han encontrado bajo condiciones naturales y que pueden por lo tanto incrementar las variaciones hereditarias dentro de dicha especie. Como el maíz es una planta de polinización cruzada, en la producción de semilla de maíz híbrido, la polinización se controla por desespigamientos (Poelhman, 1987).

Los trabajos pioneros sobre hibridación en maíz fueron realizados por E.M. East y G.H. Schull; en ellos estos autores explicaban los fenómenos que estaban ocurriendo al autofecundar el

maíz y posteriormente al cruzar las líneas autofecundadas, y de alguna forma sugirieron su utilización (Márquez, 1988).

Miltón (1987). El mejoramiento se practicó por primera vez cuando el hombre aprendió a seleccionar las mejores plantas; por lo cual la selección se convirtió en el primer método de mejoramiento. Al descubrir el sexo de las plantas pudo agregar la hibridación a sus técnicas de mejoramiento.

En 1909 se inicia propiamente la historia del maíz híbrido con las investigaciones de George Harrison Shull y Edward Murray East, cuando cada uno propone un método para la producción de semilla híbrida de maíz (Poelhman, 1987). Shull retoma los logros de muchos brillantes investigadores que desde finales del siglo XVII divulgaron sus experiencias trajando con diversas especies vegetales, principalmente en maíz. Reyes (1990) menciona que entre los logros más relevantes se encuentran las aportaciones del botánico alemán Joseph Koelreuter a mediados del siglo XVIII al descubrir los efectos de la endogamia y señalar la manifestación del alto vigor de los híbridos.

Aldrich y Leng (1975). Mencionan que la hibridación significa el cruzamiento de variedades, especies y aún de géneros diferentes. Con las autofecundaciones al maíz se logran después de varios años líneas de maíz con características deseables para formar los híbridos.

Jugenheimer (1959) indica que la producción de maíz híbrido está basada en el fenómeno de la tesis, en virtud de que la cruce de dos variedades producen un híbrido superior en tamaño, rendimiento o vigor en general manifestándose principalmente este fenómeno en las plantas F1.

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

2.1.3. ORIGEN DE LAS LINEAS

El origen de las líneas pueden ser a partir de variedades de polinización libre, criollos, de varios tipos de híbridos, variedades sintéticas y de cruces de línea por variedad, etc., eligiéndola por su productividad, adaptación, resistencia a plagas y enfermedades, también la selección del material puede ser de acuerdo al uso que se le dará al híbrido que se formará, ya sea para alimento directo o si se quiere aprovechar alguna característica especial para la industria. (Poelhman, 1981).

El plan para seleccionar al principio y durante el proceso de mejoramiento se ha dividido atendiendo a dos aspectos:

1.- Características agronómicas

2.- Aptitud combinatoria.

Como características agronómicas se debe de considerar todos aquellos rasgos que se pueden apreciar por la vista, tales como el vigor general, sanidad, acamo, resistencia al vuelco, número de hijos, número de hojas, altura de planta, número de mazorcas, tamaño de ellas, etc. (Agramont, 1947). Una vez elegidas las líneas estas se tienen que autofecundar.

2.1.4. AUTOFECUNDACION DE LINEAS

La autopolinización es la transferencia de polen de una a otra estigma dentro de la misma flor o al estigma de otra flor en la misma planta. La fertilización que resulta de la unión de un esperma y un huevo (gametos) producidos en la misma planta constituyen la autofertilización (Poelhman, 1981).

El efecto de la autofecundación da como resultado el aumento de su homocigocis. La autofecundación causa la pérdida de vigor, por este hecho fué conocido desde hace siglos tanto por los fitogenetistas como por los zootécnicos.

El propósito de las autofecundaciones es fijar caracteres convenientes en una condición homocigótica, con objeto de que las líneas se puedan conservar sin que sufran cambios genéticos. El

vigor que se perdió durante el período de autofecundación se recupera en la generación F₁ cuando una línea se cruza con otra. (Poelhman, 1987).

Las autopolinizaciones se pueden realizar a mano, pero la producción en gran escala se obtiene normalmente mediante multiplicación por polinización libre en campos aislados.

En 1904, el Dr. G. H. Shull inicio los experimentos de autofecundación de líneas de maíz. Continuó las autofecundaciones y desarrollo de las líneas de maíz obtenidas, aún cuando su vigor disminuyó al principio con cada generación sucesiva, cuando estas líneas débiles fueron cruzadas entre si, produjeron un maíz híbrido de cruza simple más vigoroso y productivo que las variedades de polinización libre de las cuales se originó (Poelhman, 1981).

La endogamia es el resultado del apareamiento entre individuos emparentados y puede obtenerse efectuando polinizaciones entre plantas hermanas, considerando a la autofecundación como la máxima expresión de la endogamia, la cual se realiza (en maíz) mediante la polinización controlada. Por este medio se tiene a la homocigosis aproximadamente tres veces más rápido que el apareamiento entre hermanos. El mismo autor menciona que la endogamia lleva a la obtención de líneas cada vez menos vigorosas, las cuales pueden ser completamente homocigóticas en un período de 5 a 7 años. Aproximadamente la mitad de la reducción total del vigor se realiza en la

primera generación y así sucesivamente, hasta que en generaciones posteriores no haya disminución aparente. Después de la quinta generación se espera un promedio del 98% de homocigosis (Jungenheimer, 1981).

Además de la pérdida de vigor, las plantas individuales de las primeras generaciones muestran muchos defectos como: reducción de altura, tendencia a producir chupones, acame, susceptibilidad a enfermedades y a otras características desfavorables, las plantas defectuosas se desechan y solamente se autofecundan en cada generación las plantas agrónomicamente sobresalientes.

Las líneas autofecundadas deseables se conservan aisladas para mantener su pureza genética (Emsweller, 1986).

En México una gran mayoría de las líneas empleadas para la integración de los híbridos que se han empleado comercialmente, han sido de muy bajo nivel de endogamia (S_0 a S_4); lo que quiere decir que se han empleado progenitores sin endogamia (variedades de polinización libre) hasta genotipos con moderada homocigosis (S_4). (Espínosa, 1990).

Dada la escasa productividad de algunas líneas se plantea la aplicación de metodologías como el mejoramiento convergente para avanzar en rendimiento, buen aspecto de mazorca, sanidad y otros caracteres agronómicos deseables en los progenitores de híbridos

(Martínez, 1990). Una vez autofecundadas las líneas se obtienen líneas puras.

2.1.5. OBTENCION DE LINEA PURA

El concepto de "línea pura" fué desarrollado por Johansen en 1903, quién describió las bases científicas y su mecanismo genético. Llevó acabo experimentos de selección en un lote de semillas mezcladas del frijol Princess (Allard, 1961).

La progenie descendiente por autofecundación, de una planta individual homocigote, es considerada como una línea pura. Una línea podría llegar a cambiar muy poco o nada y por lo tanto, generalmente no está sujeta a aclimatación (Poelhman, 1981).

El Dr. F. J. Jenkin en el mejoramiento de plantas forrajeras, en 1919, se originó el concepto de obtención de líneas. El sistema de formación de líneas consiste en la selección de plantas individuales, las cuales luego se combinan en variedades sintéticas, teniendo como base su comportamiento en relación con el mejoramiento (Poelhman, 1981).

2.1.6. SELECCION DE LINEAS

Recientemente en México se ha dado la importancia que le corresponde a la necesidad de que se seleccionen líneas de maíz de

buena productividad de semilla, que faciliten el proceso para ofrecer semilla de buena calidad.

Después de tener las líneas puras el fitomejorador selecciona y desecha entre miles de líneas a las que a juicio sean sobresalientes o tengan buenos aspectos agronómicos, y se desechan aquellos que presenten aspectos indeseables y al no presentar buena aptitud combinatoria con otras líneas con las que se cruzan, por lo cual no producen cruza simples satisfactorias. Solo unas cuantas líneas autofecundadas, se usan en forma extensiva en la producción comercial de semillas híbridas (Poelhman, 1978).

La prueba de líneas se efectúa tanto en el campo como en el invernadero, suelen preferirse las pruebas de campo por ser más económicos y aproximarse más a las condiciones de las explotaciones agrícolas. La evaluación de líneas respecto a características como el rendimiento y la adaptación, solamente puede efectuarse en el campo.

Después de tener las líneas sobresalientes y de buena aptitud combinatoria sigue el proceso de multiplicación de estas, por generaciones sucesivas hasta que se disponga de una cantidad adecuada, en el campo se realizan inspecciones eliminando las plantas fuera de tipo. (Poelhman, 1981).

2.1.7. ELECCION DE PROGENITORES (σ Y φ) ENTRE LAS LINEAS PARA LA FORMACION DE CRUZAS

Después de elegir las líneas sobresalientes sigue el proceso de elección de progenitores que serán asignados como σ o φ para formar cruza simples, trilineales y cruza dobles y así recuperar el vigor perdido durante las autofecundaciones.

La elección de la línea que se vaya a utilizar como progenitor masculino y femenino, dependerá de cual de ellas produzca el polen más abundante y de la cual tenga las mejores características de mazorca y semilla.

En la producción comercial de semilla de cruz simple las dos líneas se siembran separadamente en surcos diferentes, en un campo aislado. La hembra (productora de semilla) se desespiga o se evita su producción de polen utilizando la esterilidad masculina androesterilidad citoplasmática. Por lo tanto, la hembra es polinizada por la línea macho. (productora de polen). Por cada dos o tres surcos de la línea hembra, se siembra uno de la línea masculina (Poelhman, 1987).

Los progenitores de los nuevos híbridos deben seleccionarse con cuidado siendo importante ambos; hembra y macho. El comportamiento del híbrido resultante y además debe proporcionar el polen

en el momento apropiado y en cantidades adecuadas (Jugenheimer, 1981).

Dentro de la tecnología de semillas para maíces híbridos, se buscan progenitores con características especiales como son: Producción, ciclo, tamaño y forma de la semilla, sanidad, altura de planta, abundante capacidad para liberar polen, ramificaciones de espiga, ahijamiento, dureza de raquis, dureza de espiga, etc. todos los caracteres anteriores definen la conveniencia de ubicarlos como progenitor masculino o femenino (Espinosa y Tadeo, 1988).

2.1.8. APTITUD COMBINATORIA

APTITUD COMBINATORIA GENERAL (ACG)

APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA (ACE)

Después de haber elegido los progenitores masculino y femenino para formar cruzas estos se someten a una prueba de actitud combinatoria entre líneas.

Una vez que se ha obtenido una línea autofecundada, se cruza con otras para evaluar su productividad, en combinación de cruzas simples y dobles. La experiencia ha demostrado que algunas líneas se combinan bien con un gran número de otras líneas para producir progenies híbridas de alta producción. Otras solamente se combinan en forma satisfactoria con unas cuantas líneas o con ninguna.

"La Capacidad de una línea para transmitir productividad conveniente a su progenie híbrida, se conoce con el nombre de Aptitud Combinatoria". (Phoelhman, 1981).

La aptitud combinatoria es el comportamiento relativo de las líneas o variedades usadas como progenitores, se divide en Aptitud Combinatoria General, que se mide por el promedio de rendimiento de una línea apareada con varias otras o en prueba de mestizos, que implica el cruce de las líneas con un probador (Márquez, 1988).

La Aptitud Combinatoria General se puede evaluar en los primeros ciclos de autofecundación, razón por la que se le ha designado como "Prueba temprana de las líneas"; o bien, aunque no es recomendable, probar la aptitud combinatoria general en "Líneas avanzadas". Se ha comprobado que esto último no es muy recomendable porque no tiene objeto continuar autofecundando en líneas que posiblemente resultan con mala Aptitud Combinatoria General y su trabajo es infructuoso (Robles, 1983).

Aptitud Combinatoria Específica.- Se mide por el rendimiento de un híbrido determinado y se refiere a sus progenitores exclusivamente (Carballo, 1989).

Poelhman (1987) define a ACG como: El comportamiento medio de una determinada línea en una serie de combinaciones híbridas y la ACE; se refiere al comportamiento de una combinación de dos líneas

en una determinada cruz. Las líneas autofecundadas con una buena ACG, determinada en las cruzas con un tipo común, se cultivan en ensayos de rendimiento de sus cruzas simples, para determinar la ACE, de las distintas combinaciones híbridas.

Abreu et al (citando a Brown, 1983). Menciona la clasificación de las líneas en base a su Aptitud Combinatoria General en alta, intermedia y baja capacidad de combinación.

2.1.9. HETEROSIS O VIGOR HIBRIDO

Después de haber seleccionado las mejores líneas que tienen buena aptitud combinatoria (ACG y ACE) se procede a la formación de cruzas entre las líneas para recuperar el vigor perdido durante las autofecundaciones.

Shull en 1941, propuso el término de heterósis y actualmente se utiliza como sinónimo para describir el vigor híbrido obtenido de la autofecundación y cruzamiento del maíz.

La heterosis es el fenómeno que ocurre cuando se cruzan dos o más líneas, obteniéndose plantas con mayor vigor que sus progenitores, este será más alto cuando los individuos que lo provocan sean de constitución genética diferente. A mayor diversidad genética, mayor es el grado de heterosis. La heterosis determina el aumento en crecimiento, rendimiento u otra acción de incremento como

resultado de una cruce. Esencialmente es sinónimo de vigor híbrido (Espinosa, 1982).

En conclusiones basadas en los estudios de Johnson y Hayes (1940) y Cowan (1943), para obtener una buena expresión del vigor híbrido, se dice que, sólo es necesario disponer de uno de los padres con alta habilidad Combinatoria General, estos autores no encontraron diferencias significativas cuando compararon las cruces (alta x alta) y (alta x baja), de su habilidad Combinatoria Específica (Abreu et al, 1983).

Para Carballo (1989) la heterosis es el fenómeno inverso a la endogamia y abarca la mayor parte de las consecuencias acarreadas a nivel fenotípico por el estado heterocigote. El vigor híbrido se refiere más específicamente a consecuencias del cruzamiento entre líneas marcadamente diferentes y más correctamente entre subespecies o géneros.

La heterosis se ha empleado generalmente para incrementar la capacidad de rendimiento. En maíz se utiliza este fenómeno cuando se explota la F₁ (Primera generación) la heterosis que se obtiene al cruzar dos o más líneas. para desarrollar un híbrido satisfactorio se debe efectuar y probar un gran número de cruces entre sus líneas puras sobresalientes hasta detectar la mejor cruce de todas. La heterosis es un fenómeno en el cual el cruzamiento de dos variedades produce un híbrido que es superior en crecimiento,

tamaño, rendimiento o en vigor en general (Jugenheimer, 1981).

En 1763 Koelreuter observó el crecimiento exuberante de los híbridos en tabaco.

En 1880 Beal dió a conocer variedades híbridos de maíz, de mayor rendimiento que sus progenitores.

Aún cuando estos investigadores dieron a conocer la observación del vigor híbrido, no explicaron el origen del mismo, hasta después de los experimentos del Dr. G.H. Shull. (poelhman, 1981).

Para Poelhman (1981) el vigor híbrido se puede definir como el exceso de vigor del híbrido con respecto al promedio de los progenitores. Así, el maíz híbrido en la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas. La producción del maíz híbrido involucra: a) La obtención de líneas autofecundadas por autopolinización controlada; B) La determinación de cuales de las líneas autofecundadas pueden combinarse en cruces productivas y c) utilización comercial de las cruces en producción de semillas.

Reyes (1990) resume los estímulos de la heterosis sobre la progenie o híbridos en las siguientes manifestaciones:

- 1.- Mayor rendimiento.
- 2.- Madurez más temprana
- 3.- Mayor resistencia a plagas y enfermedades

- 4.- Plantas más altas
- 5.- Incremento de algunas características internas de la planta.
- 6.- Aumento en el tamaño o número de ciertas partes u órganos de la planta.

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 para utilizarse directamente para la siembra (Poelhman, 1981).

El tipo de híbrido que explota en su máximo potencial el vigor híbrido son las cruza simples, en seguida se ubican los híbridos trilineales y después los híbridos de crusa doble. En México se ha abusado del planteamiento de uso de los híbridos dobles al grado de generalizar esta estrategia aún número grande de regiones en los cuales se nota que no es la mejor opción (Espinosa, 1992).

2.2. FORMACION DE HIBRIDOS.

Después de tener las líneas progenitoras idóneas tanto masculino y femenino se procede a la formación de híbridos. Los híbridos más productivos provienen generalmente de cruzar las líneas autofecundadas más fuertes y más vigorosas (Poelhman, 1981).

Poelhman (1987) y Reyes (1990) coinciden en enfatizar los trabajos de Charles Darwin (1859-1889) y el descubrimiento de las leyes de la herencia por Gregorio Mendel (1865), como un importante punto de partida para iniciar el mejoramiento genético y poder llegar a formar los híbridos.

Los híbridos están formados por plantas de diferente constitución genética (Ensweller, 1986).

Es posible formar varios tipos de híbridos, dependiendo del número y del ordenamiento de las líneas puras paternas. Los híbridos comprenden las cruza radiales o mestizos, cruza simples modificadas, cruza de líneas hermanas, cruza de tres elementos, cruza de tres elementos modificados, cruza dobles progresivas, regresivas simples, múltiples y sintéticas o compuestos. (Jugenhermer, 1981; Márquez, 1988).

2.2.1. HIBRIDOS CRUZA SIMPLE.

Los híbridos cruza simple se forman mediante la unión de dos líneas autofecundadas. El progenitor masculino debe ser siempre una línea muy buena productora de polen y el progenitor femenino sea buena productora de semilla (De la Loma, 1966).

Una cruza simple es la descendencia híbrida de dos líneas autofecundadas. Debido a que las líneas autofecundadas que se

utilizan en una cruce simple son homocigóticas, las plantas de la progenie de la cruce simple son heterocigóticas para todos los pares de genes en que difieren las dos líneas autofecundadas, una cruce 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. (Poelhman, 1981).

El maíz híbrido de cruce simple tiene un alto costo de producción, por ser las plantas poco productivas de semilla y polen, y por ello se ha incrementado el uso de la cruce doble para fines comerciales ya que es muy económico la producción de híbridos dobles. Según Badillo (1981), en México, en el tiempo comprendido de 1970 a 1977 el rendimiento medio de producción de semilla ha sido de 1.8 ton. anuales, principalmente de híbridos de cruce doble.

Bajo el supuesto que, dada la menor superficie de manejo, es más fácil mantener la calidad genética al producir semilla de híbridos simples que se usarán como progenitores, en comparación con la producción de híbridos de cruce doble (Tadeo, 1991).

La producción de semilla de cruce simple se suspendió al surgir la tecnología de la cruce doble. Sin embargo la tendencia actual en Norteamérica y en muchos otros países es producir en

grandes volúmenes semillas de cruza simples, en lugar de la semilla de cruza dobles (Reyes, 1990).

La producción de semilla de cruza simple puede obtenerse en cantidades limitada por polinización manual, pero la producción en mayor escala se produce bajo polinización libre de las dos líneas progenitoras en campos aislados. La relación de surcos polinizadores a surcos productores de grano no excede generalmente de 2:1. Debe tenerse cuidado especial para eliminar las plantas fuera de tipo o de origen dudoso, en cualquiera de los progenitores, durante el ciclo vegetativo, antes de la producción de polen y en la cosecha (depuración de mazorcas) (Poelhman, 1981).

Aldrich y Leng (1974) Mencionan que el desarrollo reciente de híbridos simples se debe a dos adelantos en el método de mejoramiento y producción de semillas: 1) Líneas endogámicas vigorosas y capaces de lograr un aceptable rendimiento de semilla o de producir suficiente cantidad de polen y 2) Empleo de técnicas de cruzamiento, de "línea hermana" para producir cruza especiales o híbridos de tres líneas.

Los híbridos simples son la mejor posibilidad para mantener con facilidad la calidad genética en los incrementos de semilla, ya que las mezclas se diferencian notoriamente (Espinoza, 1989).

La principal objeción que se hace a las cruza simples, para que se generalice su uso, es el elevado costo en la semilla, ya que frecuentemente los rendimientos de las líneas son bajos (Schull, 1973; Jugenhermer, 1981; Curtis, 1982); lo cual puede compensarse, dado que únicamente se mantienen dos orígenes y en la cruza doble se tendrán que mantener seis (Schenell, 1973).

La baja productividad de semilla en las líneas, propinó un escaso uso de híbridos simples en México; así el primer maíz híbrido de este tipo fué el H-511, liberado en 1981 (Cervantes et al; 1987).

El alto costo de la semilla, fué determinante para que el maíz híbrido de cruza simple no fuera difundido inmediatamente de los escritos de Shull. En 1918 Jones propuso el uso de la cruza doble con fines comerciales y para tratar de resolver los problemas en la producción de semilla. La mayoría de los investigadores en el mejoramiento de maíz coinciden en que, con las líneas puras actuales; la cruza doble es el híbrido de maíz producido más económicamente en el tiempo. Actualmente, sin embargo se estan cultivando ampliamente cruza simples y de tres elementos en Estados Unidos debido a su gran uniformidad, mayores rendimientos y mejor resistencia al acame (Jungenheirmer, 1958).

La producción de semilla de cruza simples es más cara por unidad de área que la cruza doble; sin embargo, esta desventaja

2.2.2. HIBRIDOS DE CRUZA TRILINEAL

Cuando sólo se dispone de tres buenas líneas, estas pueden combinarse en forma diferente a las cruzas simples y dobles y formar la cruzada trilineal. La cruzada es la progenie híbrida de una cruzada simple y una línea autofecundada (Poelhman, 1987).

La semilla de híbridos de cruzada de tres líneas (AXB) X (C), generalmente es menos cara de producir que las cruzas simples pero más cara que la de cruzas dobles; debido a que estas últimas se producen aprovechando plantas de cruzada simple, altamente productivas en semilla de calidad; además se establece una mayor proporción de surcos hembra, por la abundante producción de polen de la cruzada simple macho.

Las cruzas trilineales en algunos casos son producidas donde están disponibles tres líneas que combinen bien o cuando se requiere mucha uniformidad (Jugenheimer, 1981).

2.2.3. HIBRIDOS DE CRUZA DOBLE

En 1918 Donald F. Jones, sugiere la formación de híbridos dobles en la producción comercial de semillas mejoradas de maíz. La producción de cruzas simples propuesta por Shull, resultó escasa y costosa. El híbrido doble o cruzada de dos híbridos simples F_1 , es más

abundante y redituable para las campañas productoras de semilla (Reyes, 1990).

En el país la utilización de híbridos dobles es más común y hasta el momento sólo se cuenta con unos cuantos híbridos de cruce simple a nivel comercial (Espinosa y Tadeo, 1992).

El híbrido doble es el resultado del cruzamiento de dos híbridos simples lo cual le confiere amplia capacidad de adaptación al medio que el híbrido simple, pero su productividad es menor que la de este (Emsweller, 1986).

Allard (1980) resume el procedimiento, de obtención del híbrido doble así, A, B, C Y D representan líneas puras, uno de los posibles híbridos simples puede estar representado por (AXB) y uno de los posibles híbridos dobles por (AXB) X (CXD). Esquemáticamente:

FORMACION DE UN HIBRIDO CRUZA DOBLE

PROGENITORES HEMBRA X MACHO
(AXB) F₁ (CXD) F₁

CRUZA DOBLE COMERCIAL (AXB) X (CXD)

La semilla de una cruce doble se produce de una planta de cruce simple que ha sido polinizada por otra cruce simple altamente productora de polen (Poelhman, 1987), lo que posibilita un

abaratamiento en los costos de producción de semilla con relación al híbrido simple (Emsweller, 1986).

La cruzada doble es el híbrido producido más económicamente (Jugenheimer, 1958).

Sprague y Federer citados por Espinosa (1985), presentaron evidencias de que las cruzadas dobles interactúan con el medio ambiente que las cruzadas simples, por lo cual se infiere que esta situación ofrece una mayor estabilidad de comportamiento en los cruzamientos dobles.

Molina en 1984 plantea que cada vez es más difícil obtener híbridos, principalmente de cruzada doble que superen a los actualmente en uso comercial, entre las causas que originan este problema pueden señalarse:

- 1.- Uso de una base germoplásmica restringida.
- 2.- Reducción continua de la probabilidad de encontrar híbridos de cruzada doble superiores a los comerciales.
- 3.- Aumento continuo de los costos de experimentación, plantea como opciones para superar este problema.
 - 1.- Aplicación de la variabilidad genética de la base germoplásmica (fuente de líneas).

- 2.- Uso de híbridos de cruce simple de alta heterosis cuyas líneas progenitoras sean vigorosas y de alto rendimiento per se.
- 3.- Explotación idónea de la varianza genética poblacional.

Cuando se ha determinado cuales son las mejores cruces simples se seleccionan para con ellas formar híbridos de cruce doble o en su caso una variedad sintética (Poelhman, 1981).

En México la mayoría de las variedades mejoradas han sido híbridos de cruce doble bajo el supuesto de que hacen más redituable la producción de semilla, pero en cambio se ha sacrificado una parte considerable de rendimiento al no explotar la posibilidad de cruces trilineales y simples (Espinosa, 1988).

Los híbridos de cruce doble presentan una mayor complejidad para incrementar semilla, que los híbridos de tres líneas y simples ya que hay que incrementar sus orígenes (identidades) genéticas separados. En México la mayoría de los híbridos obtenidos se conformaron bajo la estrategia de híbridos dobles, sin embargo en los últimos años se han aportado evidencias que comprueban que es factible producir bajo una aceptable costeabilidad, híbridos de tres líneas e híbridos simples, (Espinosa y Carballo, 1986).

La crucea doble es la progenie híbrida obtenida de una crucea entre dos cruceas simples (AXB) X (CXD).

La semilla de una crucea doble se produce en una planta de crucea simple que ha sido polinizada por otra crucea simple. Esta es la semilla híbrida que generalmente se le vende al productor por lo que este cultivo es de plantas de cruceas dobles. La crucea doble es un híbrido entre dos líneas progenitoras heterocigóticas de cruceas simples y no es tan uniforme como la crucea simple. Debido a que la semilla de la crucea doble se cosecha de una planta productiva de una crucea simple, es más uniforme en tamaño y apariencia y se obtiene en mayor abundancia y con mayor economía que las semillas de las cruceas simples, que se cosecha en una planta autofecundada. Esta es la razón para hacer la crucea doble. (Poelhman, 1981).

Las cruceas dobles pueden obtenerse mediante polinización a mano en la misma forma que se obtienen las cruceas simples, o se pueden producir sembrando los dos cruceas simples progenitoras en un campo aislado. La relación σ y φ es 1:3 o 4.

La producción de semilla de híbridos dobles, al basarse en el cruzamiento de dos híbridos simples, requiere que entre estos exista coincidencia a floración (Caro, 1987). También es deseable que el progenitor femenino tenga un alto potencial de producción y el progenitor masculino debe rendir bien a fin de hacer redituable la producción de semillas (Tadeo, 1991)

Jenkins y Bronson (citados por Jugenheimer, 1981 señalan que la línea más valiosa para usarlas en cruza dobles o en variedades sintéticas son aquellas que en promedio producen los mejores híbridos cuando se prueban con una gama bastante amplia de germoplasma.

La semilla de cruza doble se produce en grandes cantidades para su venta al agricultor. Se produce en campos aislados, con una separación de 240 a 360 mts., entre el campo que se va a producir la semilla y cualquier otro campo de maíz, común, dulce o reventón. La distancia se puede a cortar sembrando mayor número de surcos orilleros del progenitor macho, el número de estos surcos varía según la distancia y el tamaño del campo para la producción de semilla. La relación de surcos del polinizador en cruza dobles es de 3:1 o 4:1. Se eliminan plantas extraños, dudosas y fuera de tipo igual como en las cruza simples. Las espigas del progenitor femenino deben eliminarse antes de que produzcan polen. (Poelhman, 1981).

El alto costo de la semilla, fué determinante para que el maíz híbrido de cruza simple no fuera difundido inmediatamente de los objetivos de Shull. En 1918) Jones propuso el uso de la cruza doble con fines comerciales y para tratar de resolver los problemas en la producción de semilla. La mayoría de los investigadores en el mejoramiento de maíz coinciden en que las líneas puras actuales, la cruza dobles es el híbrido de maíz producido más económicamente en

el campo. Actualmente, sin embargo se están cultivando ampliamente cruzas simples y de tres elementos en E. U., debido a su gran uniformidad, mayores rendimientos y mejor resistencia al acame (Jugenheimer, citado por Espinosa, 1985).

Para llegar a la formación y recomendación de un híbrido doble, como mínimo es necesario un total de 12 ciclos agrícolas (Márquez, 1988) y para la producción de semilla de una crusa doble se requieren de 7 campos aislados, desespigamiento oportuno, manejo de hileras progenitoras de las cruzas simples y de la semilla de la crusa doble, desde la siembra hasta comercialización (Reyes, 1990).

2.3. PRODUCTIVIDAD DE HIBRIDOS DE MAIZ

2.3.1. COMPONENTES DE RENDIMIENTO.

Espinosa (1985) considera como componentes de rendimiento aquellos caracteres morfológicos y procesos fisiológicos que pueden ser identificados desde el momento de la germinación de la semilla, y que regulan la producción final de grano por planta. Así mismo agrega que por su importancia a estos componentes se les ha evaluado su mecanismo hereditario, el grado de heterosis existente entre los individuos, así como su influencia en el rendimiento y el grado de asociación que tienen entre sí.

En la producción agrícola se consideran dos tipos de rendimiento; el rendimiento biológico (biomasa total) y el rendimiento agronómico (peso seco del grano de interés antropocéntrico). En el maíz el rendimiento del grano ha sido de mayor interés por el hombre y su incremento por planta es el criterio fundamental en el mejoramiento genético del maíz en México y en otros países del mundo; dicho rendimiento esta en función del genotipo, ambiente que lo rodea y de la interacción de estos factores (Márquez, 1979).

Arellano (1990) expresa que el rendimiento es la materia seca o producto final de la transformación de energía química que realiza un genotipo, mediante una serie de procesos fisiológicos, reacciones químicas y estructuras morfológicas bajo la acción de las fuerzas ambientales y con la participación voluntaria o involuntaria del hombre.

La diferencia en rendimiento entre una cruza y otra se puede deber a que un mayor rendimiento de grano se logra solamente cuando se puede obtener una combinación apropiada de genotipo y ambiente. (Yoshida, 1972).

Gardner et al (1985) designan como rendimiento al producto final integrado por un número de funciones llamadas componentes de rendimiento; estos pueden ser componentes morfológicos y componentes fisiológicos.

EL-LA Kany, et al (1971) evaluaron el rendimiento en diferentes híbridos de maíz, al observar la significancia estadística encontraron que el rendimiento estaba determinado principalmente por la altura de planta, altura de mazorca, diámetro de mazorca y por el porcentaje de desgrane.

Para Khana et al (citados por Sierra, 1983). Los componentes de rendimiento esenciales son:

- 1.- Número de mazorcas/planta
- 2.- Número de granos/mazorca
- 3.- Peso de 200 granos

Sandoval (citado por Espinosa, 1985) en un estudio sobre heterosis y componentes del rendimiento en maíz, encontró que los caracteres que estuvieron correlacionados con el rendimiento de grano fueron: número de mazorcas por planta, longitud de mazorca, diámetro de la mazorca, granos por hilera, longitud de 10 granos, peso seco de 100 granos y número de hileras.

Sierra (1983) anotó que el grado de heterosis de tales caracteres como número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, altura de planta y rendimiento dependieron del número de hileras por mazorca en los progenitores, los mayores resultados fueron obtenidos por selección en los progenitores con un gran número de hileras por mazorca.

Dentro de los factores que se considera que determinan la calidad de las semillas se encuentran la germinación, la pureza y la sanidad; actualmente se ha incluido el vigor de las semillas como un cuarto factor, este último es importante en el contexto de rendimiento de campo, no obstante que había sido empleado durante muchos años, hasta recientemente ha sido reconocido como un factor definitivo en la calidad (Perry, 1980).

Si la semilla es de tamaño uniforme, tendrán la misma capacidad de competencia y rendimiento, siendo esta la razón suficiente para el uso de semilla clasificada por tamaño. La explicación fisiológica del mayor vigor de las semillas grandes con respecto a las pequeñas, está basada, en la mayor cantidad de reservas nutritivas de las primeras con respecto a las segundas. Las semillas grandes y pesadas son las más convenientes cuando se tienen condiciones adversas como: mala preparación del terreno, humedad deficiente, cuando es necesario siembras profundas para alcanzar la capa húmeda, producirán plantas vigorosas y pueden rendir más (Garay, 1992).

El peso de las semillas resulta de vital importancia, porque se ha comprobado que las que son más pesadas están constituidas por un embrión más vigoroso y su desarrollo es notable. En términos generales, se ha comprobado que aquellas semillas que presentan un gran volumen resultan más fructíferas. Este hecho se debe a que su embrión está más desarrollado ya que poseen cantidades grandes de

reservas alimenticias. La clasificación por volumen resulta importante y todo agricultor debe realizarla si pretende una mayor cosecha (Sanchis, 1982).

Las semillas son clasificadas de acuerdo a su forma y tamaño de modo que sea lo más uniforme posible para que tenga mejor fluidez durante la siembra mecanizada. A la categoría o clase de semilla se le da con frecuencia la misma importancia que al tamaño, pero hay poca diferencia en la productividad de las semillas de tamaños diferentes (Departamento de Agricultura de los E. U., 1979, Salas, 1980; Jugenheimer, 1981).

Las plántulas obtenidas de semillas de diferente cantidad de reservas nutritivas tienen un comportamiento similar cuando las condiciones de humedad y de suelo no son limitantes durante la germinación y emergencia (Hartman y Kester, 1980).

Dos semillas de avena, una grande y otra pequeña, producirán plántulas de diferente tamaño debido a que la semilla tiene menos reservas alimenticias para la iniciación del desarrollo de la plántula, aún cuando la composición genética de las dos semillas pueda ser igual (Poelhman, 1981).

Al utilizar semillas grandes y medianas para siembras de producción de grano, se tiene la ventaja de que estas originarán plantas vigorosas, con mayor oportunidad de emerger en suelos

pesados y dado que tienen mayores reservas no sufrirán inicialmente por nutrientes y competirán favorablemente contra las malezas al inicio del desarrollo del cultivo (Vázquez, citado por Pliego, 1986).

2.3.2. PREDICCIONES DE PRODUCTIVIDAD EN DISTINTOS TIPOS DE HIBRIDOS

El término productividad puede emplearse como sinónimo de habilidad para producir. La productividad es un carácter cuantitativo compuesto por componentes de rendimiento, que está controlada por muchos procesos fisiológicos complicados. (Matsuo, 1975).

El rendimiento es la consideración fundamental en la producción del maíz híbrido. La capacidad peculiar del maíz híbrido para producir rendimientos superiores es la principal razón de que haya sustituido en forma tan rápida a las variedades de polinización libre (Poelhman, 1987).

PRODUCTIVIDAD DE HIBRIDOS SIMPLES.

En los últimos años se han dado elementos que demuestran que un híbrido simple sobre pasa considerablemente en rendimiento a los de tres líneas y de cruza doble, rechazándose el "tabú" de que son

altamente sensibles a deficiencias del ambiente (Espinosa, 1989)¹.

Las plantas de cruzamiento simple son altamente productivas, además de mayor uniformidad que cualquier otro tipo de híbrido. Destacan por calidad de semilla y producción abundante de polen en el campo de producción de semilla (Jugenheimer, 1958).

Weatherpoon (1970) evaluó el rendimiento de cruza simples, cruza de tres líneas y cruza dobles de maíz. El rendimiento promedio de las cruza simples fue más elevado que de las cruza de tres líneas y el promedio de las cruza de tres líneas fué más elevado que el de las cruza dobles.

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

Hayes y Jonhson (citados por Espinosa, 1986) encontraron que de 43 cruza simples entre líneas no emparentadas, 28 de ellas igualaron o superaron a las cruza dobles usadas como testigos, en

¹Comunicación personal

tanto que de 15 cruzas simples entre líneas emparentadas, sólo seis igualaron o superaron a los testigos.

Velázquez (1978). En ensayos de rendimientos menciona que las cruzas simples fueron en 12.39% más rendidoras que los híbridos dobles.

Un híbrido cruza simple se realiza combinando dos líneas autofecundadas, estos tienden a ser más productivos y más uniformes, sus plantas y mazorcas que otros tipos de híbridos (Jugheimer, 1981).

PRODUCTIVIDAD DE HÍBRIDOS TRILINEALES

Robles (1986) señala: Se esperan generalmente más altos rendimientos si se siembran híbridos de 3 líneas, que híbridos dobles; la explicación desde el punto de vista genéticos, es que se esperan los mayores efectos de la heterosis en la combinación de genes al cruzar 2 líneas puras, puede ser menor la heterosis al cruzar 3 líneas y probablemente menos cuando intervienen 4 líneas en los híbridos, porque hay más recombinación y segregación de genes.

Generalmente la semilla de cruza de tres elementos, es menos costosa de producir que la de cruzas simples, aunque más cara que la de cruzas dobles, tienden a ser más uniformes y tener un

rendimiento, ligeramente superior que el de las cruzas dobles (Molina, 1984b).

Emsweller (1986) establece que la cruz trilineal por sus características de productividad y capacidad de adaptación se ubica en un lugar intermedio entre la cruz simple y la cruz doble.

PRODUCTIVIDAD DE HIBRIDOS DOBLES

Sockness (1989) en un trabajo de rendimiento de cruzas simples y dobles de híbridos de maíz con diferentes grados de endogamia concluye que sus resultados concuerdan con la teoría de que la característica del inferior rendimiento en cruzas dobles, con respecto a las simples, está relacionado linealmente al coeficiente de endogamia (F_1), la varianza genética estimada entre cruzas simples es más grande en cruzas simples que entre cruzas dobles.

Los híbridos o cruzas múltiples son generalmente menos productivas que las mejores combinaciones de cruzas dobles, que se podrían obtener con las mismas líneas autofecundadas. (Poelhman, 1981).

2.4. EFECTOS POR EL INTERCAMBIO DE PROGENITORES EN HIBRIDOS (YA ESTABLECIDOS)

El orden de cruzamiento de las líneas progenitoras afecta los

rendimientos predichos y los reales de híbridos de cruza doble (Doxtator y Jonhson, 1986).

Es durante el mejoramiento genético y de acuerdo con algunas características que presentan las líneas de maíz que se decide utilizar las unas como hembras y otras como machos. Para machos se eligen genotipos que presentan ventajas como polinizadores y para hembras aquellas líneas que presentan buena capacidad de rendimiento.

De esta manera tradicionalmente está definido el orden en que deben efectuarse los cruzamientos simples y dobles para obtener semillas de maíz para siembra; sin embargo por diversas razones se presenta la necesidad o posibilidad de invertir el orden de los cruzamientos (cruza directa a recíproca o inversa), cuando esto ocurre se supone que la combinación directa es igual a la inversa. Pero existen evidencias en el sentido de que el tipo de combinación puede provocar cambios, los cuales en buena medida dependen de los genotipos usados. Desde el punto de vista de producción de semillas algunas cruza de híbridos de la Mesa Central, deben cambiar de orden, ya que hay casos de líneas que ahijan y que tradicional y equivocadamente funcionan como hembras, lo cual es una desventaja, otro caso se presenta con líneas de machos de alto rendimiento de grano que conviene utilizarlos como hembras (Espinosa, 1987).

Espinosa y Tadeo (1988) señalan que en cruzas recíprocas de híbridos de maíz de temporal no se encontraron diferencias en el rendimiento de la semilla de la cruz simple hembra del H-28, en la cruz simple macho la cruz recíproca supero con 34-81 el rendimiento de semilla de la cruz directa, pero produjo semilla de menor tamaño.

Ramírez et al (1988) trabajando con el híbrido comercial H-311, el cual tiene un buen rendimiento y adaptación para la región Centro de Jalisco, pero cuyo progenitor hembra, posee el carácter braquítico. No encontraron diferencias en el rendimiento de grano final cuando se utilizó semilla obtenida del H-311 D y H-311 R, las características agronómicas y los componentes de rendimiento fueron muy similares; con lo cual concluyen que los efectos maternos no afectan la adaptación, ni el rendimiento.

Existen evidencias en el sentido de que el tipo de combinación puede provocar cambios los cuales en buena medida dependen de los genotipos.

Ríos (1989) concluyó que las principales características agronómicas de los híbridos de maíz utilizados (H-129) y (H-137 E) son significativamente iguales en las cruzas directas como en las cruzas recíprocas.

Hernández (1989) evaluando las cruza simples de los híbridos H-28, H-30 y H-32, determinó los efectos significativos estadísticos pero numéricamente detectó cierta tendencia favorable hacia un tipo de orden de crusa utilizado, entonces sugirió el orden recíproco para la crusa simple hembra H-30, (H-34 E)¹ y para la crusa simple hembra H-32.

Espinosa y Tut (1990) experimentaron con el H-137 invirtiendo el orden de (crusa recíproca) para lograr coincidencia a floración y llegaron a las siguientes conclusiones:

- 1.- Al invertir el orden de crusa directo se logra una coincidencia al 70% de la floración.
- 2.- La crusa recíproca bajo siembra simultánea logró completa fecundación y producción de semilla.
- 3.- La producción de semilla en crusa recíproca del H-137 mejora el rendimiento y calidad física de la semilla en comparación de la crusa directa.

Piña (1992) Evaluando la capacidad productiva de híbridos de maíz por diferente orden de combinación de progenitores llego a las siguientes conclusiones:

- 1.- El orden de crusa original, el recíproco y la combinación alternativa propuesta a través del esquema

¹Actualmente el H-34 es uno de los híbridos crusa simple que más demanda tiene en la Mesa Central.

"criss cross", es decir (M36XM37) X (M17XM18), (M17XM18) X (M36XM37) y (M37XM18) X (M36XM17) respectivamente, no presentaron diferencias significativas en componentes de rendimiento.

- 2.- Estadísticamente no hubo diferencias significativas en la mayoría de variables agronómicas evaluadas, por las diferentes combinaciones del H-137.

2.5. EL HÍBRIDO DE CRUZA DOBLE H-28

2.5.1. FORMACION DEL HÍBRIDO

El H-28 híbrido temporalero para Valles Altos, tolerante a la sequía y heladas, de mayor capacidad productiva, está formado mediante la cruce de cuatro líneas (híbrido doble), con tres líneas de dos autofecundaciones y una línea de una autofecundación, derivadas de dos colectas una de la raza cónica, Mich. 21 y la otra de la raza Chalqueño Méx. 29, que fueron colectadas en los estados de Michoacán y México respectivamente. Fue obtenido en el Centro de Investigaciones Básicas, El Horno, Chapingo, Méx., en el año de 1962 y fué liberado por el INIA (Antecesor de INIFAP) en 1966, es propio o se recomienda para alturas que van de 2,000 a 2,600 msnm.

Su comportamiento como híbrido doble por presentar heterosis le confiere buena adaptabilidad en condiciones impredecibles.

Su genealogía es la siguiente:

(Mich. 21-26 X (Méx.39 Comp. 1X Mich. 21-20)-29-2

(Mich. 21- Comp. 1-27-2X Mich. 21-Comp. 1-7-2)

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

El H-28 se recomienda para sembrarse aún a alturas mayores a 2600 msnm, si la zona cuenta con noches calientes y días despejados. Presenta mayor resistencia a la sequía y heladas que los maíces mejorados que antes se recomendaban para estas alturas, ha soportado temperaturas de -7°C sin sufrir disminución en su capacidad productiva.

Su ciclo vegetativo aumenta con la altura, madura de los 120 a los 135 días en Texcoco, Ecatepec, Teotihuacán, Chalco, Temascaltepec, San Martín, Puebla y Amozoc en el estado de Puebla; así como en la parte norte del estado de Guanajuato. Es de 180 días en las siembras de marzo en el Valle de Toluca y un poco menos en las zonas temporales de Tlaxcala.

Es un maíz de plantas vigorosas con raíces bien ramificadas y profundas, hojas de color verde intenso y tallos morado-verdosos,

tolerante al ataque de araña roja y resistente a la puccinia . En terrenos fertilizados y con buen temporal, las plantas alcanzan una altura promedio de 2 a 2.5 m. y produce mazorcas sanas de 16 a 20 cm. de longitud; se encuentra insertada al 8avo. al 9o. nudo. La coloración del grano es crema y poco amarillo. La espiga produce abundante polen y es poco ramificada; el índice de condensación en la espiga es de 2.54; los estigmas son de color verde, las hojas son de color verde oscuro, el tallo generalmente es de color morado con vellosidades.

De acuerdo a lo anterior, el híbrido temporalero H-28 reúne las mejores características, fisiológicas y agronómicas para los Valles Altos.

En 1964 la producción comercial de semilla no fué suficiente para cubrir la demanda, reflejo de la aceptación que ha tenido entre los agricultores. (Aguado et al., 1963-64)

2.5.2. POTENCIAL PRODUCTIVO

Para condiciones de temporal y humedad residual de los Estados de México, Puebla, Tlaxcala e Hidalgo, se han obtenido los híbridos H-28 y H-30 que responden satisfactoriamente en lugares con altitudes de 2400 a 2600 msnm. El híbrido H-28 es de muy buen potencial productivo y es uno de los híbridos más viables para los productores de la región de Valles Altos de la Mesa Central. En el

Valle de México, con alturas de 1900 a 2300 msnm en siembras tempranas del mes de abril y hasta principios de junio en localidades más bajas.

Con este híbrido, se ha comprobado una producción de 6 toneladas por hectárea y en general un promedio superior en 40% a los maíces criollos (Aguado et al., 1963-64) (Cuadro 2A).

Por otro lado, en base a la estructura de la planta de este híbrido de temporal H-28, se ha explorado su potencial para producción en siembras de 80 mil plantas por hectárea en condiciones de riego; con este manejo de cultivo, se han encontrado rendimientos de 10 a 11 toneladas, con la ventaja de una producción mayor de rastrojo (SARH, 1982).

En los Valles Altos (2200-2600 msnm), más de 300 000 has. cuentan con riego, no obstante se usa muy poco la semilla certificada (Espinosa y Tadeo, 1992).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACION

Para el presente trabajo los ensayos se establecieron en los campos experimentales del Ex-rancho Almaráz de la FES-C-UNAM, Campo 4; en la parcela agrícola No. 7, durante el ciclo Primavera-Verano de 1992.

La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán; Campo 4, esta ubicada dentro de la cuenca del Valle de México, al este del Municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

El Municipio de Cuautitlan, se encuentra aproximadamente entre sus coordenadas geográficas del paralelo 19°39'.0 , de latitud norte y el meridiano de 99°14'.0 de longitud oeste. Con una altitud aproximada de 2270 msnm.

3.2. CONDICIONES AMBIENTALES

Reyna et al (1978) cita a García (1973), menciona que el clima de la región de Cuautitlán Izcalli, tomando en cuenta el sistema de Köppen modificado por E. García, queda definido como: (Cw₀) (w) b(i); por su temperatura se ubica como templado el más seco de los subhúmedos, con regimenes de lluvia de verano e invierno seco

(Menos de 5% de la precipitación anual), con verano fresco y largo, temperatura extremosa con respecto a oscilación térmica, debido a las bajas temperaturas en el invierno, con una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales, entre 5°C y 7°C de variación (Figura 1A, Estación de crecimiento).

3.2.1. TEMPERATURA

La temperatura media anual es de 15.7°C con una oscilación media anual de 6.5°C, siendo enero el mes más frío entre -3°C y 18°C, con una media de 11.8°C y junio el mes más caliente con una temperatura superior a 6.5°C con una media de 18.3°C (Figura 1A, Estación de crecimiento).

3.2.2. PRECIPITACION

La zona presenta una precipitación media anual de 605 mm. con una probabilidad de 44.69% de que se presente esta cantidad de lluvia, con un régimen de lluvias en Verano, siendo julio el mes más lluvioso con 128.9 mm., e invierno seco, siendo febrero el mes más seco con 3.8 mm. (Figura 1A, Estación de crecimiento).

3.2.3. HELADAS

En esta zona el promedio anual de heladas comienza en el mes de octubre y termina en el mes de abril (primera quincena) siendo

más frecuente durante los meses de diciembre, enero y febrero. Pueden presentarse heladas tempranas entre el 8 y 10 de septiembre y heladas tardías hasta el mes de mayo.

3.3. CONDICIONES EDAFICAS

El suelo del lugar presenta las siguientes características:
Textura; arcillosa con 55% de arcilla.
pH; 6.5 a 7.0.
Materia orgánica: Suelos ricos con 3.5%.

Los suelos predominantes en el área quedan definidos como vertisoles pélicos, tomando en cuenta el sistema de clasificación FAO-DETNAL (S.P.P., 1981), los cuales se originaron a partir de depósitos de material ígneo, son suelos pesados, difíciles de labrar y de drenaje interno con tendencia a deficiente.

De la Teja (1992), señala que estos suelos presentan dificultad de laboreo, por su adhesividad y plasticidad cuando se humedecen y por dureza cuando permanecen secos.

3.4. MATERIAL GENETICO

El material genético empleado en el presente trabajo se presenta en el cuadro 1, en el cual se detalla la nomenclatura comercial de las líneas progenitoras del híbrido H-28: M17, M18,

M15 Y M16; donde la combinación (M15xM16) X (M17xM18) corresponde a la estructura original del H-28. En el cuadro se presentan dos cruza simples, (M17xM18) y (M18xM17), una cruza trilineal (M17xM18) X M15, una cruza doble recíproca (M17xM18) X (M15xM16) y una cruza doble original del H-28 (M15xM16) X (M17xM18) y los 4 testigos locales: Aspros-720, V-23, H-30 y H-33. La semilla fué proporcionada por el programa de Producción y Tecnología de Semillas del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Estado de México. (INIFAP, México).

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fué de bloques completos al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos estuvieron constituidos por los genotipos en diferente orden de cruza del híbrido H-28, incluyéndose además testigos.

3.5.1. PARCELA EXPERIMENTAL

Cada parcela se estableció con 4 surcos de 5 m. de longitud con una separación entre surcos de 0.80 m., se sembró a una distancia de 0.50 m. entre mata y mata. La densidad de población fue de aproximadamente de 60,000 plantas por hectárea.

Cuadro 1. Híbridos de maíz obtenidos con las líneas del H-28 y testigos, evaluados en Cuautitlán, México P/V 1992

Nº de tratamiento	Genealogía	Tipo de combinación
1	(M17xM18) x (M15xM16)	Cruza recíproca o inversa H-28
2	(M15xM16) x (M17xM18)	Cruza original o directa H-28
3	Aspros -720	Híbrido varietal testigo
4	(M17xM18) x M15	Cruza trilineal H-28
5	(M17xM18)	Cruza simple directa H-28
6	(M18xM17)	Cruza simple recíproca
7	V-23	Variedad-testigo
8	H-30	Híbrido-testigo
9	H-33	Híbrido-testigo

3.5.3. PARCELA ÚTIL

La parcela útil la constituyeron las dos surcos centrales para cada parcela, los cuales se tomaron en cuenta para la obtención de datos.

3.5.3. ANALISIS ESTADISTICO

Comprendió un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias por el método de Tukey, (MSH); para cada una de las variables evaluadas al (0.05% de probabilidad estadística).

3.6. MANEJO AGRONOMICO

3.6.1. SIEMBRA

La siembra se realizó en forma manual el 15 de mayo de 1992, a una distancia de 50 cm. entre mata y mata, depositándose 4 semillas por golpe a una profundidad de 12 cm. Posteriormente se aclareo dejándose una mata con 3 plantas y la mata siguiente con dos para tener una densidad de población aproximada de 60,000 plantas/ha. Al mismo tiempo de la siembra se aplico fertilizante y herbicida preemergente.

3.6.2. FERTILIZACION

Se efectuaron dos aplicaciones de fertilizante:

La primera se efectuó a la siembra, el 15 de mayo de 1992, con una dosis de: 100-70-40 (N,P,K), utilizando urea, superfosfato de calcio triple y cloruro de potasio respectivamente. Su aplicación se llevó acabo mediante el uso de maquinaria (tractor), aplicando a chorrillo por surco.

La segunda fertilización se realizó al mismo tiempo que la primera escarda, realizada esta con tractor, mientras que la fertilización se aplico manualmente a una dosis de; 100-00-00, utilizándose urea como fuente nitrogenada, con fecha del 10 de junio de 1992, a los 26 días después de la siembra.

3.6.3. CONTROL DE MALEZAS

Para el control de las malezas se aplicaron productos químicos a base de una mezcla de atrazina (gesaprim-50) (3 kg) + Hierbamina (2,4,D-amina) a razón de un litro por hectárea respectivamente. Esta aplicación se llevó acabo el mismo día de la siembra 15 de mayo de 1992.

3.6.4. ACLAREO Y DESAHIJE

El aclareo se llevó acabo dejando 3 y 2 plantas por mata al mismo tiempo se eliminaron los hijuelos, los criterios que se tomaron en cuenta para la eliminación de plantas fueron sanidad, vigor y plantas acamadas, para que las plantas verdaderas tuvieran un mejor desarrollo y al final en la cosecha una buena expresión en rendimiento.

3.6.5. APORQUE

Esta labor se realizó manualmente, en tres etapas diferentes, se realizó con el fin de evitar el acame y darle mejor anclaje las raíces secundarias del maíz.

3.6.6. COSECHA

La cosecha se efectuó el 17 de diciembre de 1992, se realizó en forma manual, en los dos surcos centrales de la parcela.

3.7. COMPONENTES DE RENDIMIENTO EVALUADOS

DIAS AFLORACIÓN MASCULINA AL 100%: Se tomó por apreciación visual, considerando el número de días transcurridos a partir de la fecha de siembra en suelo húmedo, hasta el momento en que las plantas de la parcela, se encontraba al 100% en antesis.

DIAS A FLORACION FEMENINA AL 100%: Se tomo por apreciación visual, considerando el número de días, transcurridos desde la fecha de siembra en suelo húmedo, hasta el momento en que se apreciaron el 100% de las plantas de la parcela que presentaban los filamentos de las mazorcas.

ALTURA DE PLANTA: Se consideró la longitud en cms. desde el punto de la inserción de las raíces hasta la base la espiga. Tomándose el promedio de 10 plantas.

ALTURA DE MAZORCA: Se consideró la distancia comprendida entre el punto de inserción de las raíces hasta el nudo dónde se produce la yema axilar que da lugar a la mazorca superior. Tomándose el promedio de 10 plantas al azar.

LONGITUD DE MAZORCA: Se determinó la distancia en cms. desde la base de inserción de la mazorca en el pedúnculo hasta su ápice.

DIAMETRO DE MAZORCA: Se determinó midiendo la parte central, considerando el promedio de 5 mazorcas.

DIAMETRO DE OLOTE: Se obtuvo desgranando la mazorca y midiendo la parte central, se consideró el promedio de 5 mazorcas.

NUMERO DE HILERAS/MAZORCA: Se tomó el promedio del número de hileras de 5 mazorcas, contadas desde la parte central de la mazorca.

NUMERO DE GRANOS/HILERA: Se consideró el promedio del número de granos por hileras de 5 mazorcas, contados desde la base hasta el ápice de la mazorca.

PORCENTAJE DE GRANO: Se obtuvo de la relación entre el peso de grano seco y el peso de la mazorca:

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

PORCENTAJE DE MATERIA SECA: Al momento de la cosecha se tomó una muestra de grano de 5 mazorcas de cada parcela experimental y se estimó el contenido de humedad con un determinador Steinline 400 g.

PESO VOLUMETRICO: Se consideró el peso de los granos que podía contener un determinador volumétrico de 125 ml. de capacidad, multiplicándose por 8 para tener la relación a 1 Lt. previamente por medio del movimiento en una zaranda se homogenizó la muestra. Se determinó a partir de la semilla de 10 mazorcas y esta expresado en Kilogramos/hectolitro.

PESO DE 200 GRANOS: Se contaron 200 granos por parcela experimental previamente homogenizada y luego se pesaron.

RENDIMIENTO: Se evaluó en Kg/ha. mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

P.C. = Peso de campo de la totalidad de las mazorcas de la parcela útil.

%M.S. = Porcentaje de materia seca del grano recién cosechado.

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

F.C. = Factor de conversión para obtener rendimiento por hectárea, depende del tamaño de la parcela útil empleada; es el cociente de 10 000 m²/tamaño de la parcela útil en m².

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

MADUREZ FISIOLÓGICA: Se tomó cuenta el número de días transcurridos desde la fecha de siembra, hasta la aparición de la capa negra, en la parte donde se inserta el grano de maíz al olote.

CLASIFICACION DE SEMILLA: Al momento de la cosecha se tomó cuenta el aspecto físico de la semilla y se asignó una calificación de acuerdo a la escala del 1 al 10.

NUMERO DE MAZORCAS: Al momento de la cosecha se registró el número total de mazorcas cosechadas, el número de mazorcas buenas (buen aspecto físico y uniformidad en tamaño), número de mazorcas malas (pocos granos, pequeñas, podridas, etc.).

TAMAÑO DE GRANO: Se peso una muestra de 500 granos por parcela experimental previamente homogenizada, procediendo a cribarlo en zarandas oblongas de 8 mm y 7 mm, dónde se estimaron 3 clases de tamaños: Los granos que quedaron contenidos en la primer zaranda se tomaron como granos grandes o los que fueron mayores de 8 mm; los menores de 8 mm y mayores de 7 mm considerados granos medianos; y los menores de 7 mm se consideraron granos de tamaño pequeño. Después se calculó el porcentaje (%) correspondiente a cada tamaño.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE VARIANZA

En el análisis de varianza se puede observar que para el factor de tratamientos, la mayoría de las variables evaluadas no mostraron diferencias significativas, a excepción de la variable diámetro de olote (Cuadro 3), lo que indica que las cinco versiones diferentes evaluadas, de cruza de las líneas progenitoras del híbrido H-28, presentaron resultados similares estadísticamente, solamente la variable "diámetro de olote" presentó significancia. Aunque existe diferencia con respecto a esta variable, no resulta de importancia relevante en función a los objetivos del trabajo. Estadísticamente no se apreció diferencia, sin embargo numéricamente se aprecia cierta tendencia hacia un efecto favorable para uno u otro orden de cruzamiento de los híbridos utilizados.

En buena medida no se detectan diferencias estadísticas por la estrecha relación entre todos los materiales, además de los cinco tratamientos con diferente combinación de los progenitores. El material A-720 se integra utilizando como macho la cruza simple (M17 X M18); el híbrido doble H-33 está integrado por la misma cruza (M17 X M18) y la cruza (M27 X M28).

Con respecto a repeticiones o bloques se tuvieron diferencias estadísticas en 8 de las 19 variables evaluadas; las variables que mostraron diferencias al 0.01% de probabilidad fueron: Rendimiento total de grano, altura de planta, días a floración femenina al 100% y calificación de mazorca, al 0.05% de probabilidad las variables; altura de mazorca, días a floración masculina al 100% y la calificación de grano (cuadro 3).

Los coeficientes de variación para las distintas variables presentaron valores que oscilan entre 1.26% a 61.8%, presentándose un coeficiente de variación para rendimiento total de grano de 17.5%, la mayor parte de los coeficientes son bajos para las distintas variables, sólo el porcentaje de semilla grande y No. de mazorcas malas exhibieron valores de C.V. altos (46.9 y 61.8%) pero esto se debió a la propia naturaleza de las variables (Cuadro 3).

4.2. COMPARACIÓN DE MEDIAS

Para rendimiento total de grano, en la figura 2, se muestran los resultados de la prueba de comparación de medias por el método de Tukey al 5% de probabilidad en los 9 tratamientos estudiados. De acuerdo a los resultados de las medias por tratamiento se estableció un sólo grupo de significancia para los 9 tratamientos, lo que confirma que no hubo diferencia estadística entre los genotipos evaluados. Sin embargo numéricamente 2 de los 4 testigos que se incluyeron, es decir, los híbridos H-30 (T8) y el H-33 (T9),

CUADRO 3. Cuadrados medios, significancia estadística y coeficientes de variación de las variables evaluadas en el híbrido de maíz H-28, obtenido por diferente orden de cruza de sus progenitores.

Variables evaluadas	Suma de cuadrados medio				Media	C.V. %
	Tratamientos		Repeticiones			
	C.M.	S.E.	CM.	S.E.		
Rendimiento Total de grano	1737392.07	N.S.	8207936.52	**	5453.0	17.5
Altura de planta	212.16	N.S.	3870.111	**	210.0	6.3
Altura de mazorca	34.703	N.S.	527.259	*	112.0	8.6
Días a flor ♂ 100%	1.064	N.S.	9.592	*	105.0	1.3
Días a flor ♀ 100%	3.870	N.S.	27.370	**	110.0	1.6
Longitud de mazorca	2.296	N.S.	0.227	N.S.	13.6	5.7
No. de hileras/mazorca	6.850	N.S.	4.671	N.S.	18.0	7.5
No. de granos/hilera	12.927	N.S.	2.783	N.S.	27.0	7.8
Diámetro de mazorca	0.178	N.S.	0.63	N.S.	4.8	4.4
Diámetro de olote	0.091	*	0.013	N.S.	2.4	6.3
Peso de 200 granos	23.220	N.S.	209.534	*	64.2	10.3
Peso volumétrico	425.605	N.S.	667.899	N.S.	721.1	2.9
‡ de semilla grande	490.270	N.S.	119.345	N.S.	31.0	46.9
‡ de semilla mediana	40.729	N.S.	35.810	N.S.	23.0	25.8
No. de mazorcas buenas	101.592	N.S.	225.037	N.S.	33.0	25.7
No. de mazorcas malas	81.509	N.S.	58.925	N.S.	11.0	61.8
Madurez Fisiológica	46.537	N.S.	46.925	N.S.	149.0	3.0
Calificación de mazorca	0.666	N.S.	4.77	**	7.55	7.95
Calificación de semilla	0.750	N.S.	4.00	*	7.22	11.3

** Altamente significativo (0.01%)

* Significativo (0.05%)

N.S. No significativo

C.M.= Suma de Cuadrados Medios

S.E.= Significancia estadística

C.V.= Coeficiente de varianza

tuvieron un rendimiento mayor con respecto a los demás tratamientos con (6,213 Kg/ha y 6,048 Kg/ha) respectivamente, teniéndose una diferencia de (165 kg/ha) lo que representa un 2% de rendimiento (figura 2). El testigo (Aspros-720), presentó el rendimiento más bajo entre los testigos con (4,414 kg/ha), sin embargo superó al (T1) cruza recíproca del H-28 (M17 X M18) X (M15 X M16) con una diferencia de (268 kg/ha). Cabe mencionar que (Aspros-720) tiene cómo uno de sus progenitores, a la cruza simple macho del híbrido H-28 (M17 X M18) en combinación con la variedad de la polinización libre V-105. Lo anterior explica en parte el hecho de que (Aspros 720) supere ligeramente al híbrido H-28 (conformación recíproca), pero mas bajo rendimiento en comparación con las otras versiones de cruza de las líneas del H-28 e incluso de los otros testigos evaluados.

La variedad V-23 (testigo) presento un rendimiento (5,120 kg/ha) muy similar al rendimiento de la cruza doble original del H-28 (T2), con (5,261 kg/ha) marcando una diferencia del (141 kg/ha) en favor de esta última cruza.

Tomando en cuenta el estudio específico al cual se refiere el presente trabajo sobre el híbrido de maíz H-28, por diferente orden de combinación de sus líneas progenitoras, como era de esperarse con respecto a la variable rendimiento total del grano, se observa que la combinación trilineal (M17XM18) X M15 (T4) con (5,999 Kg/ha) tuvo una expresión numérica de rendimiento final más alta

que las otras 4 versiones de combinaciones con progenitores del H-28. La cruza simple directa (σ) (M17XM18), y la cruza simple inversa (σ) (M18XM17) con (5,948 kg/ha y 5,925 kg/ha) respectivamente, presentaron un comportamiento muy similar para rendimiento, marcándose una diferencia de tan solo (23 kg/ha) entre estas dos combinaciones, aunque resultaron ligeramente superados por la cruza trilineal con (51 kg/ha y 74 kg/ha) respectivamente, estas dos cruza simples superaron con un porcentaje del 12% a la misma cruza doble original del híbrido H-28 (M15 X M16) X (M17XM18), que rindió (5,261 kg/ha) la cruza doble recíproca del híbrido H-28 (M17 X M18) X (M15 X M16) que exhibió el más bajo rendimiento de grano (4,146 kg/ha). Lo cual concuerda con lo que maneja la teoría, donde se señala que los híbridos simples y trilineales superan en rendimiento a las cruza dobles (Jugenheimer, 1959). Al respecto Robles (1986) también señala: "Se esperan generalmente más altos rendimiento si se siembran híbridos de tres líneas que híbridos dobles: La explicación desde el punto de vista genético, es que se esperan los mayores efectos de la heterosis en la combinación de genes al cruzar dos líneas puras, puede ser menor la heterosis en cruzar tres líneas y probablemente menos cuando intervienen cuatro líneas en los híbridos, por que hay más recombinación y segregación de genes". (Figura 2).

La combinación doble original del híbrido H-28 (M15XM16) X (M17XM18), (T2) numéricamente resultó una de las cruza de mas bajo rendimiento (5,261 Kg/ha), solo superó numéricamente a la cruza

doble recíproca (M17XM18) X (M15XM16) con una diferencia de 7%, ambas cruza dobles (directa y recíproca) fueron superadas por la cruza trilineal y las dos cruza simples, (directa y recíproca, macho del H-28). Sockness (1989); menciona que el inferior rendimiento de las cruza dobles, con respecto a las simple, está relacionado linealmente al coeficiente de endogamia (F_1), la varianza genética estimada entre cruza simples es más grande que entre cruza dobles.

Como se puede observar el comportamiento exhibido por cada orden de cruza; aunque las diferencias no son significativas, si existe una tendencia para algunos aspectos del maíz, al presentar valores más altos para determinados tipos de cruza que se ven favorecidos, como sucede para un alto rendimiento exhibido por la cruza trilineal (5,999 kg/ha), y las dos cruza simples; simple directa (5,948 kg/ha) simple recíproca (5,925 kg/ha) lo cual se le atribuye a la misma naturaleza de las líneas progenitoras que durante la recombinación genética en el intercambio de progenitores, muestran diferencias fenotípicas respecto a la estructura original del híbrido. Tal vez debido a factores genéticos en estado de ligamiento o a diferencias por efectos maternos (Tadeo, 1991). (Cuadro 4A).

Al comparar las medias de altura de planta, de los 9 tratamientos, se puede observar que se estableció solamente un grupo de significancia (Cuadro 4A).

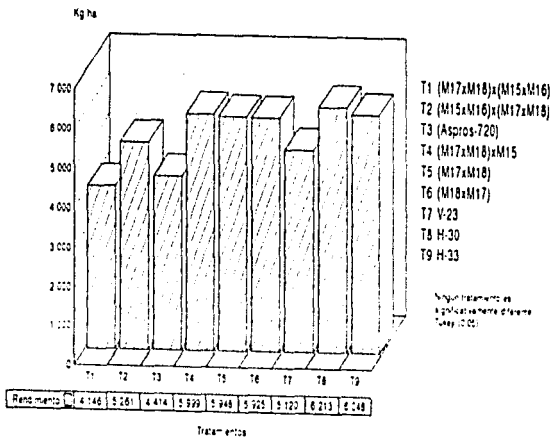


Figura 2. Rendimiento de grano en los materiales estudiados Cuautlán, Méx. P/V 1992

Aunque no se exhibió diferencias estadísticas, numéricamente algunos genotipos se vieron favorecidos ya que al presentar mayor altura coincidieron al presentar una mejor expresión de rendimiento, tal es el caso de la cruza trilínea (M17XM18) X M15 que exhibió la mayor altura entre las cinco versiones de cruza diferente de las líneas del híbrido H-28, con (214 cm), a la vez presentó el mayor rendimiento de grano (5,999 Kg/ha). Al respecto El La Kany, et al (1971) al evaluar el rendimiento en diferentes híbridos de maíz, encontraron que el rendimiento estaba determinado principalmente por la altura de planta, altura de mazorca, diámetro de mazorca y por el porcentaje de desgrane. Lo anterior posiblemente quede demostrado con los resultados expresados por la cruza doble original del H-28 (M15XM16) X (M17XM18) que exhibió la altura más baja de los 9 tratamientos con (194 cm) y la cruza doble recíproca (M17XM18) X (M15XM16) con (207 cm) estableciéndose una diferencia de (31 cm y 7 cm) respectivamente, en favor de la cruza trilínea, que presentó la mayor altura y el mayor rendimiento de grano de las cinco versiones de cruza del H-28.

La cruza simple directa (M17XM18) y el testigo H-30, presentaron una altura similar con (213 cm) resultando una de las mayores alturas de planta y de los de mayor rendimiento en grano, la cruza simple inversa (M18XM17) con (209 cm) fué superada por la anterior cruza simple con (4 cm) de altura y (23 Kg/ha), en favor de la cruza simple directa.

Con respecto a los testigos el híbrido H-33 con (225 cm) tuvo el valor más alto e incluso comprendiendo los 9 tratamientos, además es uno de los híbridos de mayor rendimiento con (6,048 Kg/ha).

Para la variable altura de mazorca entre los 9 tratamientos no exhiben diferencias estadísticamente, sin embargo numéricamente el híbrido H-33 (testigo) presentó el más alto valor con (117 cm), existiendo una diferencia de (9 cm) con la cruz doble original (M15XM16) X (M17XM18) que exhibió el valor más bajo con (108 cm).

El híbrido H-33 al presentar un valor alto en altura de mazorca, coincidió con su alto valor presentado en altura de planta (225 cm). Le sigue en orden decreciente la cruz simple directa (M17XM18), cruz simple inversa (M18XM17) y la cruz trilínea (M17XM18) X M15 con (115 cm, 114 cm y 113 cm), respectivamente, que presentaron a la vez valores aceptables en rendimiento de grano.

El valor más bajo con respecto a esta variable fué para la variedad testigo V-23 con (106 cm). Mientras que la cruz doble recíproca del H-28 y la cruz doble original presentaron valores similares de altura de mazorca con (109 cm) y (108 cm), respectivamente. (Cuadro 4A).

En la comparación de medias de días a floración masculina al 100%, ninguno de los tratamientos presentó diferencias estadísti-

cas. Numéricamente los valores se presentaron para 105 y 104 días a floración con diferencia sólo de 1 día. Las siguientes combinaciones de cruza tuvieron una floración a los 105 días; cruz a doble original del H-28 (M15XM16) X (M17XM18); cruz a triple original (M17XM18) X M15; cruz a simple inversa (M18XM17); los testigos H-30 y H-33. Para los que tuvieron una floración a 104 días, en este grupo están comprendidos; la cruz a doble recíproca del H-28 (M17XM18) X (M15XM16); la cruz a simple directa (M17XM18); los testigos (Aspros-720) y la variedad V-23. (Cuadro 4A).

La comparación de medias para días a floración femenina al 100%, no existe diferencia estadística, conformándose por lo tanto un sólo grupo comparativo: Observándose que la cruz a doble del H-28 (M15XM16) X (M17XM18) (conformación original) llegó a floración femenina a los 112 días, mientras que la cruz a doble recíproca (M17XM18) X (M15XM16) y la cruz a simple directa (M17XM18) con 109 días tuvieron una floración más precoz, con una diferencia de 3 días con respecto a la cruz a doble original, dentro de las 5 versiones de cruz a del H-28.

La cruz a triple original (M17XM18) X M15 con (111 días) y la cruz a simple inversa (M18XM17) con (110.6 días) presentaron un comportamiento casi similar.

Entre los 4 testigos el más tardío en floración fue (Aspros -720) a (111 días), seguido por los híbridos H-30 y H-33 a

(110 días), mientras que la variedad V-23 resultó la más precoz a (109 días) a floración (Cuadro 5A).

La variable longitud de mazorca en la comparación de medias se contemplan 3 grupos de significancia estadística; entre los 9 tratamientos evaluados. Entre las 5 diferentes combinaciones de cruza que se contemplan de los progenitores del híbrido H-28; las tres cruza tuvieron un comportamiento similar con una longitud de mazorca de (13 cm); la cruza doble recíproca (M18XM17) X (M19XM16); la cruza doble (conformación original) (M15XM16) X (M17XM18) y la cruza trilineal (M17XM18) X M19; aunque no fué así, para rendimiento total de grano; lo cual la cruza trilineal exhibió el mayor rendimiento (5,999 kg/ha) superando las dos anteriores cruza. Las cruza simples directa y recíproca (7) con (12 cm) presentaron valores similares, aunque resultaron superadas por las 3 anteriores cruza con (1 cm) aproximadamente (Cuadro 5A) .

Entre los testigos la variedad V-23 expresó la mayor longitud de mazorca de los 9 tratamientos con (15 cm); seguido por la variedad (Aspros-720) con (14.7 cm), sin embargo aunque estas dos variedades tuvieron los valores más altos con respecto a esta variable, estos no tuvieron los mejores rendimiento en grano. Argumentando que posiblemente no exista una estrecha relación con respecto a esta variable y la expresión de rendimiento final de grano.

Los híbridos H-33 y H-30 tuvieron valores intermedios (14 cm) y (13 cm) respectivamente, haciendo notar que estos híbridos tuvieron altos rendimiento de grano, no así para longitud de mazorca. (Cuadro 5A).

Con respecto al No. de hileras/mazorca, en la comparación de medias se establecieron 3 grupos de significancia estadística (Cuadro 5A). Cabe destacar que esta variable es de importancia relevante, ya que resulta ser un factor que tiene gran influencia por la relación que posiblemente existe entre el No. de hileras/mazorca y la expresión final de rendimiento, que se tiene expresado para cada tipo de genotipo o las diferentes versiones de cruza, que posiblemente marcaron la diferencia. Lo anterior se puede comprobar entre los testigos el híbrido H-33 con (21) y H-30 con (20 h/ha) exhibieron los valores más altos con respecto a esta variable, observando al mismo tiempo que fueron los híbridos que expresaron los más altos rendimiento de grano con (6,048 Kg/ha) y (6,213 Kg/ha) respectivamente. Posiblemente se confirme aún más con la cruza doble recíproca (M17XM18) X (M15XM16) que expresó el valor más bajo en rendimiento (4,146 Kg/ha) a la vez el valor más bajo en No. de hileras/mazorca con (16).

Sierra anotó que el grado de heterosis de tales características como número de hilera/mazorca, No. de granos/hilera, altura de planta y rendimiento dependieron del número de hileras por mazorca en los progenitores, los mayores resultados fueron

obtenidos por selección de los progenitores con un gran número de hileras por mazorca.

Sucediendo en forma similar para las cruzas; cruzas simple directa (M17XM18) con (20); cruzas simple inversa (M18XM17), (18) y la cruzas trilíneal (M17XM18) X M15, (18) que presentaron valores altos de No. de hileras/mazorca a la vez los más altos valores en rendimiento de grano dentro de las 5 versiones de cruzas de los progenitores del H-28.

La cruzas doble original del H-28 (M15XM16) X (M17XM18) tuvo buena expresión con respecto a esta variable (18) logrando superar a la cruzas inversa con (2 hileras/mazorca).

Los híbridos testigos H-30 y H-33 con (20 No. Hileras/mazorca) representaron los valores más altos de los 9 tratamientos, mientras que la cruzas doble recíproca con (16 No. de hileras/mazorca) como el valor más bajo, estableciéndose una diferencia de (4 hileras/mazorca); que posiblemente fue suficiente para que cada genotipo tuviera una expresión de rendimiento diferente. (Cuadro 5A).

Para la variable No. de granos/hilera; existe diferencias significativas, estableciéndose tres grupos en la comparación de medias al (0.05 %) de probabilidad de la prueba de Tukey.

El valor más alto correspondió al testigo V-23, con (29 granos/hilera); señalando que esta misma variedad presentó un valor intermedio en el No. de hileras/mazorca con (18); sin embargo presentó el valor más alto en longitud de mazorca (15.1 cm), razón por lo que exhibió un mayor No. de granos/hilera con (29.6), sin embargo esta variedad aunque se vio favorecida con respecto a estas variables no influyó para que tuviera una alta expresión en rendimiento, ya que solo tuvo un moderado rendimiento (5,120 Kg/ha) en comparación con los híbridos H-30 y H-33. Por lo anterior se deduce que es posible que estas variables no tengan gran correlación con la expresión de rendimiento final, como si lo puede ser la variable de No. de hileras/mazorca.

El valor más bajo correspondió a la cruza simple (M17XM18) con (23 granos/hilera), sin embargo tuvo una buena expresión en el No. de hileras/mazorca con (20), representando el más alto valor de las 5 versiones de cruza del H-28; razón por lo que posiblemente su rendimiento no se vio disminuido, aunque tuvo el más bajo valor en número de granos/hilera e incluso entre los 9 tratamientos.

La cruza trilínea (M17XM18) X M15 con (27 granos/hilera) expresó el valor más alto de las 5 versiones de cruza de híbrido H-28, al mismo tiempo exhibió buena longitud de mazorca con (13.3 cm) lo que se supone pudo haber influido en el rendimiento aceptable (5,999 Kg/ha) que este tipo de cruza exhibió.

Los testigos H-30 con (27) granos/hilera; el H-30 con (29), Aspros-720 y H-33 con (28) tuvieron los más altos valores (Cuadro 5A).

El diámetro de mazorca en la prueba de comparación de medias entre tratamientos, muestra 3 grupos de diferencias estadísticas. Posiblemente es otra de las variables que representen una estrecha correlación con rendimiento final de grano y que pudieron haber influido para que se exhibieran diferencias en los distintos tipos de cruza o genotipos.

De las 5 versiones de cruza del H-28; destaca la cruza simple directa (M17XM18) con (5.0 cm) de diámetro, similar al híbrido testigo H-30 que tuvo el mayor rendimiento de grano de los 9 tratamientos (6.213 Kg/ha). La cruza simple anterior además de exhibir un buen diámetro de mazorca fué una de las cruza con buena expresión de rendimiento con (5.948 Kg/ha), quedando ubicada después de la cruza trilineal (M17XM18) M15, (5.999 Kg/ha) con tan solo (51 Kg/ha) de diferencia, por lo tanto se le puede considerar con posibilidades para producción comercial de semillas. Los testigos H-30 con (5.0) y H-33 con (5.2) presentaron los valores más altos de diámetro, coincidiendo con el alto rendimiento expresados por estos híbridos. Al respecto Sandoval, (citado por Espinosa, 1985), señala que un estudio sobre heterosis y componentes del rendimiento en maíz, encontró que los caracteres que estuvieron correlacionados con el rendimiento de grano fueron:

Número de mazorcas/planta, longitud de mazorca, diámetro de mazorcas, granos/hileras, longitud de 10 granos, peso seco de 100 granos y número de hileras.

La cruz simple inversa (M18XM17) y la cruz doble original del H-28 (M15XM16) X (M17XM18) coincidieron al presentar (4.8) de diámetro, aunque la cruz simple inversa se vio favorecida en rendimiento con (664 Kg/ha).

La cruza trilineal (M17XM18) X M15 y la cruza doble recíproca (M17XM18) X (M15XM16) con (4.5 cm) de diámetro, presentaron un comportamiento similar, no así para rendimiento, la cruza trilineal tuvo el mayor rendimiento con (5,999 Kg/ha) y la cruza doble recíproca con (4,146 Kg/ha) tuvo el valor más bajo de los 9 tratamientos, estableciéndose una diferencia numérica considerable de (1,853 Kg/ha) favoreciendo a la cruza trilineal (Cuadro 6A).

Para la variable diámetro de olote las medias de los tratamientos no presentaron diferencias estadística, conformándose un sólo grupo de comparación de medias. Se tiene una diferencia numérica entre los tratamientos de (0.5 cm).

Los valores más altos los presentaron el híbrido H-33, la cruz simple directa (M17XM18) y la cruz doble original (M15XM16) X (M17XM18) con un valor de (2.5 cm), viéndose favorecido el híbrido H-33 por presentar un diámetro mayor de mazorca (5.2 cm),

por lo que el tamaño del grano es mayor en longitud que la cruz a doble original (M15XM16) X (M17XM18) con un diámetro de mazorca de 4.8 cm.

Los valores más bajos lo presentaron la cruz a doble recíproca (M17XM18) X (M15XM16) y la cruz a trilineal (M17XM18) X M15 con (2.1 cm) de diámetro, a la vez coincidieron al presentar el mismo valor en el diámetro de mazorca con (4.5 cm), sin embargo la cruz a trilineal superó a la cruz a doble recíproca en rendimiento de grano con (1,853 Kg/ha), posiblemente se debió a que la cruz a trilineal superó ligeramente al presentar mayor número de hileras/mazorca con (17.4) contra (16.6) de la cruz a doble original.

El resto de los tratamientos muestran valores casi similares. (Cuadro 6A).

En la prueba de comparación de medias para variable peso de 200 granos, no se presentaron diferencias estadísticamente. Sin embargo se aprecian diferencias numéricas en forma gradual entre las 5 diferentes versiones de cruz a de los progenitores del H-28.

La cruz a simple inversa (M18XM17) tuvo la mejor expresión con respecto a esta variable (68.7 grs.) e incluso de los 9 tratamientos, además el valor más alto de peso volumétrico con (742 Kg/hl), le sigue la cruz a simple directa (M17XM18) con (65.3 grs.)

resaltando a la vez, que estas mismas cruzas expresaron valores aceptables en rendimiento de grano.

Cabe destacar que la cruz a doble recíproca del H-28 (M17XM18) X (M15XM16) tuvo un peso aceptable de grano con (64.5 grs.) debido tal vez por exhibir un alto porcentaje de grano grande con (44.7%). Con respecto al peso de 200 granos esta misma cruz a superó a la cruz a doble original (M15XM16) X (M17XM18) y la cruz a trilínea (M17XM18) X M15 que exhibieron un peso de (61 grs.), estableciéndose una diferencia de (3.5 grs.), en favor de la cruz a doble recíproca, sin embargo las dos últimas cruzas superaron en rendimiento final de grano a la cruz a doble recíproca.

La cruz a doble recíproca que tuvo una buena expresión en peso de 200 granos, presentó el peso volumétrico más bajo (703 Kg/hl) lo que le desfavorece, ya que esta variable resulta de gran importancia como parámetro para determinar un buen genotipo para la semilla comercial. El peso de las semillas resulta de vital importancia, se ha comprobado que las semillas más pesadas están constituidas por un embrión más vigoroso y su desarrollo es notable, producirán plantas sanas y fuertes. También se ha comprobado que aquellas semillas que presentan un gran volumen resultan más fructíferas, este hecho se debe a que su embrión está más desarrollado y a que posee grandes cantidades de reservas alimenticias (Sanchis, 1982).

El híbrido H-30 sobresale con (67 grs.) valor más alto entre los testigos, señalando a este mismo híbrido como el de mayor rendimiento de grano total con (6,213 Kg/ha). Cabe remarcar que esta variable resulta de vital importancia para determinar la calidad física de la semilla, como característica por su alta acumulación de reservas para el establecimiento de siembra para una buena germinación. (Cuadro 6A).

La variable peso volumétrico no registró diferencia estadística en comparación de medias, conformándose un sólo grupo comparativo. Esta variable destaca por su importancia relevante para la determinación de la calidad física y fisiológica de la semilla, ya que el valor más alto garantiza que la semilla contenga mayores cantidades de reservas nutritivas almacenadas por la semilla y un embrión más desarrollado.

De las 5 versiones de cruza del H-28, el valor más alto correspondió a la cruza simple recíproca (M18XM17) con (742 Kg/hl) de peso volumétrico, señalando que esta misma cruza registro el peso de 200 granos más alto de los 9 tratamientos (68.7 grs.) además es uno de los genotipos que expresó buen rendimiento (5,925 Kg/ha). Mientras que la cruza doble recíproca (M17XM18) X (M15-XM16), con (704 Kg/hl) representó el valor más bajo de las 5 versiones de cruza del híbrido H-28 e incluso entre los 9 tratamientos, estableciéndose una diferencia de (38.4 Kg/hl) en favor de la cruza simple inversa, señalando que esta misma cruza simple

inversa (M18XM17) superó a la cruz trilineal (M17XM18) X M15 y la cruz simple directa (M17XM18) que exhibieron (714 Kg/hl) marcando una diferencia de (28 Kg/hl) en favor de la cruz simple inversa; sin embargo la cruz trilineal y la cruz simple directa expresaron los mejores rendimientos entre las 5 versiones de cruz del H-28, con (5,999 Kg/ha) y (5,948 Kg/ha) respectivamente.

La cruz doble original (M15XM16) X (M17XM18) con (725 Kg/hl), superó a la cruz trilineal y la cruz simple directa con (9 Kg/hl), aunque la cruz trilineal tuvo la mayor expresión en rendimiento (5,999 Kg/ha) entre las 5 versiones de cruz del H-28, sin embargo con respecto a esta variable su valor fue superado, resultando aún más por la importancia que representa esta variable.

El híbrido H-30 entre los testigos tuvo el mayor valor de peso volumétrico (731 Kg/hl) y el menor, la variedad (Aspros-720) con (710 Kg/hl) marcando una diferencia de (21 Kg/hl) (Cuadro 6A).

En el porcentaje de grano grande en la comparación de medias no hubo diferencias estadísticas en los 9 tratamientos, sin embargo numéricamente sobre sale la cruz simple directa (M17XM18) con (50.5 %) de grano grande, representando el valor más alto de los 9 tratamientos por tal razón podría resultar conveniente para ser utilizado como un buen genotipo para producción comercial de semilla.

La cruz a doble recíproca (M817XM18) X (M15XM16) con (44.7%) se ubica en segundo lugar, no así para rendimiento ya que expresó el valor más bajo de los 9 tratamientos, sin embargo sobresale por presentar valores aceptables en algunos aspectos agronómicos en comparación de medias, tuvo un valor aceptable en porcentaje de grano grande (44.7%) después de la cruz a simple directa (M17XM18) con (50.5%) que exhibió el valor más alto de los 9 tratamientos estudiados, presentó un valor intermedio de grano mediano (22.9%) por lo tanto expresó el valor más bajo en porcentaje de grano pequeño con (32.4%), comparado con el de la cruz a trilínea (M17XM18) X M15 que exhibió (66%) representando un porcentaje alto de grano pequeño. Las desventajas de la cruz a doble recíproca (M17XM18) X (M15XM16) con respecto a las demás cruzas fueron su bajo rendimiento de grano, su alto número de mazorcas malas, una muy mala calificación de mazorca y de grano.

La cruz a simple recíproca (M18XM17) con (41.8%) ocupó el tercer lugar después de la cruz a doble recíproca. De acuerdo a lo anterior se considera las dos cruzas simples (directa y recíproca) como una posible opción para elegir algún genotipo para producción comercial de semilla, por su aceptable calidad física de la semilla y por presentar rendimiento aceptables, superando a la misma cruz a doble del híbrido H-28 (M15XM16) X (M17XM18).

Cabe resaltar que la cruz a trilínea presenta valores altos numéricamente en algunos aspectos agronómicos que le favorecen,

como el exhibir el más alto rendimiento de grano con (5,999 Kg/ha), sin embargo presentó el valor más bajo en porcentaje de grano grande entre los 9 tratamientos con solamente (16%), fué superado por la cruza doble recíproca (M17XM18) X (M15XM16) que expreso el valor más bajo de rendimiento de grano (4,146 Kg/ha), sin embargo tuvo una buena expresión en porcentaje de grano grande con (44.7%) estableciéndose una diferencia de (28%) en favor de esta última cruza. La cruza trilineal además de exhibir un bajo porcentaje de grano grande, tuvo un bajo porcentaje de grano mediano (18.7%) por lo tanto exhibe un alto porcentaje de grano pequeño con (66%) lo que le confiere una desventaja que posiblemente se consideraría como inconveniente para tomarse como un buen genotipo para producción comercial de semilla. Se considera, si la semilla es de tamaño uniforme, tendrán la misma capacidad de competencia y rendimiento, siendo esta la razón suficiente para el uso de semilla clasificada por tamaño. La explicación fisiológica del mayor vigor de las semillas grandes con respecto a las pequeñas, esta basada, en la mayor cantidad de reservas nutritivas de las primeras con respecto a las segundas. Las semillas grandes y pesadas son las más convenientes cuando se tienen condiciones adversas como; mala preparación del terreno, humedad deficiente, cuando es necesario sembrar profundo para alcanzar la capa húmeda, producirán plantas vigorosas y pueden rendir más (Garay, 1992).

Con respecto a los testigos, los híbridos H-30 y H-33 que expresaron los rendimientos más altos de grano, sin embargo se

vieron desfavorecidos con respecto a esta variable presentando valores bajos con (25.1%) y (16.6%) respectivamente (Cuadro 7A).

El porcentaje de grano mediano en la comparación de medias entre tratamientos, no se presentó diferencia estadística. Numéricamente el H-30 con (28.6%) presentó el valor más alto, estableciéndose una diferencia de (9.9%) con la crucea trilineal (M17XM18) X M15 y la crucea simple directa (M17XM18) que tuvieron los valores más bajos de grano mediano (18.0%).

De lo anterior se deduce que la crucea trilineal (M17XM18) X M15 al presentar un valor bajo en porcentaje de grano grande (16%) y en grano mediano (18.7%) entre los 9 tratamientos; por lo tanto presenta el más alto porcentaje en grano pequeño (65.3%) demeritando la calidad física de semilla expresada para este genotipo. (Cuadro 7A).

La comparación de medias para la variable No. de mazorcas buenas, no exhiben diferencias estadísticas, estableciéndose sólo un grupo comparativo.

Las cruces que se vieron favorecidas al presentar un alto valor con respecto a esta variable fueron: La crucea doble original del H-28 (M15XM16) X (M17XM18), la crucea simple directa (M17XM18) y el testigo H-30 con valor de (39) y (38) mazorcas respectivamente. Argumentando que estos mismos híbridos presentaron a la vez

altos valores en rendimiento de grano con (5,261 Kg/ha); (5,948 Kg/ha) y (6,213 Kg/ha) respectivamente. Mientras que la cruz doble recíproca (M17XM18) X (M15XM16) resultó la más afectada con sólo (23) mazorcas buenas, con una marcada diferencia de (16) mazorcas, con el valor más alto (39) mazorcas para la cruz doble original.

Sucedió lo mismo para los testigos; la variedad (Aspros-720) que tuvo el menor número de mazorcas buenas entre los testigos con (24), expresó a la vez el más bajo valor en rendimiento de grano entre estos con (4,414 Kg/ha). Mientras que el híbrido H-30 con un alto número de mazorcas buenas (38), resultó con el mayor rendimiento (6,213 Kg/ha). (Cuadro 7A).

Para la variable No. de mazorcas malas no se encontraron diferencias estadísticas, sin embargo existe una diferencia numérica entre los tratamientos. Esta variable junto a la anterior No. de mazorcas buenas, es posible que pudieron haber influido en forma transcendente para la expresión final de rendimiento de grano exhibido por cada tratamiento o genotipo.

La cruz doble (M17XM18) X (M15XM16) (conformación recíproca) expresó el rendimiento más bajo de las 5 versiones de cruz entre los progenitores del H-28, e incluso resultó ser el más bajo valor de los 9 tratamientos estudiados con (4,146 Kg/ha), este bajo rendimiento coincidió al presentar el más alto No. de mazorcas malas (21) y a la vez el No. más bajo de mazorcas buenas (24) entre

los 9 tratamientos estudiados, con una marcada diferencia de (16) mazorcas buenas con el valor más alto de (39) mazorcas, para la cruza doble original. Sin embargo se argumenta que para este tipo de cruzamiento, se esperaba un rendimiento similar a la cruza doble original (M15XM16) X (M17XM18) del H-28, sin embargo existe una marcada diferencia numérica en rendimiento de (1,115 Kg/ha) en favor de la cruza doble original del H-28. Ríos (1989) concluyó que las principales características agronómicas de los híbridos de maíz H-129 y H-137 son significativamente iguales en las cruzas directas como en las cruzas recíprocas.

Posiblemente se atribuye que el bajo rendimiento de este genotipo, se debe por el alto número de mazorcas malas que este tipo de híbrido presentó (21) representando el valor más alto con respecto a esta variable, y un bajo número de mazorcas buenas con (24). Estas características posiblemente influyeron en forma importante para que exhibiera un bajo rendimiento considerable entre los 9 tratamientos estudiados.

Los tratamientos que exhibieron los valores más altos en rendimiento tuvieron un bajo valor de mazorcas malas, se tiene a los híbridos H-30, H-33 con solo (9) y (8) respectivamente.

La cruza doble original del H-28 (M15XM16) X (M17XM18) (conformación original) exhibió el valor más bajo con solamente (2) estableciéndose una diferencia de (19) mazorcas, con respecto al

valor más alto (21) expresado por la cruz a doble recíproca del H-28.

Las cruza, simple directa (M17XM18); cruz a trilínea (M17XM18) X M15 y la cruz a simple inversa (M18XM17) presentaron valores casi similares; (13, 12 y 10) mazorcas malas respectivamente. (Cuadro 8A).

La comparación de medias para días a madurez fisiológica, no se presentó diferencias estadísticas entre tratamientos, sin embargo numéricamente existe diferencia de 12 días a madurez. El mayor número de días a madurez lo presentó el testigo H-33 a (154) días, seguido por la cruz a simple recíproca (M18XM17); H-30; la cruz a trilínea (M17XM18) X M15 y la cruz a doble original del H-28 (M15XM16) X (M17XM18) con (150, 152 y 149) días respectivamente.

La cruz a simple directa (M17XM18) tuvo la maduración mas precoz entre los 9 tratamientos a los (142) días con (12) días de diferencia, con respecto al más tardío el H-33 (154) días. (Cuadro 8A).

La variable calificación de mazorca; no existió diferencias estadísticas entre la comparación de medias, sin embargo en forma numérica se observan 3 grupos bien definidos. El primer grupo esta representado por la cruz a doble recíproca del H-28 (M17XM18) X (M15XM16) (6.66) con calificación de mazorca de muy mala, que

conjugado con las anteriores variables pudieron haber influido en la expresión de rendimiento final. El segundo grupo están comprendidos los testigos; H-33 y H-30 con calificación de mazorca de (8.0 a 8.33) de regular; esta aceptable calificación de mazorca coincide con el alto rendimiento exhibido por estos híbridos. Los restantes tratamientos tuvieron valores similares de (7.33 a 7.66), con mala calificación de mazorca (Cuadro 8A).

La variable calificación de grano en la comparación de medias no presentó diferencia estadística, sin embargo numéricamente se exhiben diferencias, observándose 2 grupos de calificación de grano.

La cruz a doble (M17XM18) X (M15XM16) (conformación recíproca) y la cruz a trilineal (M17XM18) X M15 exhibieron una muy mala calificación con (6.33 y 6.66) respectivamente, sin embargo la cruz a trilineal expresó el mayor rendimiento y la cruz a doble recíproca el valor más bajo en rendimiento de grano de las 5 versiones de cruz a.

El segundo grupo está integrado por los restantes 7 tratamientos que exhibieron una calificación de grano de mala de (7.0 a 7.33). Las cruces que se aproximaron a una calificación de grano de regular fueron: La cruz a doble original del H-28, la cruz a simple recíproca (M18XM17) y los testigos H-30 y H-33 con valor de (7.66) (Cuadro 8A).

De acuerdo a los objetivos planteados, hasta ahora no ha establecido las diferencias manifestadas de capacidad productiva en híbridos simples, trilineales, doble recíproco y doble directo originados de las líneas progenitoras del híbrido H-28, por diferente orden de cruce, además se han señalado los efectos que exhiben los diferentes ordenes de cruces al presentar diferentes valores en la comparación de medias en los aspectos agronómicos del H-28.

Tomando en cuenta principalmente la baja capacidad productiva que exhibe la cruce doble (M17XM18) X (M15XM16) (conformación recíproca) esta combinación del híbrido H-28, quedaría descartada como una posible opción favorable para la producción de semillas, además presentó el más bajo rendimiento de las 5 diferentes versiones de cruce, tuvo una muy mala calificación de mazorca y de grano, resultando inconveniente para producción comercial de semillas.

La combinación original de este híbrido H-28 (M15XM16) X (M17XM18) (conformación original) resulta inconveniente, de acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo, ya que fué una de las cruces que presentó los valores más bajos en rendimiento de las 5 versiones de cruce, después de la cruce trilineal y cruces simples; además existe el inconveniente de que los híbridos de cruce doble presentan una mayor complejidad para incrementar

semilla, que los híbridos de tres líneas y simples, ya que existe la necesidad de incrementar más orígenes (identidades) genéticas en forma separada que las cruza simples. En México la mayoría de los híbridos obtenidos se conformaron bajo la estrategia de híbridos dobles, sin embargo en los últimos años se han aportado evidencias que comprueban que es factible producir bajo una aceptable costeabilidad híbridos de tres líneas y aún híbridos simples (Espinosa y Carballo, 1986).

Las combinaciones simples (M17XM18) directa y (M18XM17) recíproca presentan valores bajos con poca diferencia (5 Kg/ha) y (74 Kg/ha) de rendimiento comparados con la cruza trilineal, sin embargo presentan valores aceptables en varios aspectos agronómicos como; porcentaje de semilla grande y diámetro de mazorca. La cruza simple directa (M17XM18) presentó los valores más altos en la comparación de medias en varios aspectos agronómicos, mientras que la cruza simple inversa (M18XM17) presentó valores más bajos en rendimiento y aspectos agronómicos, esto se atribuye a su propia naturaleza de orden de cruza.

Por lo tanto la combinación trilineal (M17XM18) X M15 mostró una mejor capacidad productiva en rendimiento, expresando el más alto valor con respecto a las demás versiones de cruza (5,999 Kg/ha) lo cual representa un parámetro relevante considerando los objetivos del presente trabajo, por lo cual esta combinación podría tomarse, como un a opción conveniente en la producción de semillas,

debido a que las cruza de tres líneas presentan ventajas en la producción de semillas. Generalmente la semilla de cruza de tres elementos, es menos costosa de producir que la de cruza simples, aunque más cara que la de cruza dobles, tienden a ser más uniformes y tener un rendimiento ligeramente superior que el de las cruza dobles (Molina, 1984b). Ensweller (1986) establece que la cruza trilineal por sus características de productividad y capacidad de adaptación se ubica en un lugar intermedio entre la cruza simple y la cruza doble.

Aunque no se debe olvidar en la comparación de medias la cruza trilineal presentó un bajo porcentaje de grano grande y un alto porcentaje de grano pequeño, no son argumentos suficientes para excluirlo como el mas conveniente para la producción de semilla comercial.

El posible inconveniente que pudiera existir en este tipo de combinaciones es un diferencial a floración que exhibieran sus progenitores. Si existiera este diferencial se excluirá como una opción viable; ya que para lograr una sincronización a floración se necesitaría de labores o prácticas culturales adicionales, lo cual incrementaría los costos de producción de manera considerable, sobre todo para grandes superficies.

V CONCLUSIONES

En base en los objetivos e hipótesis planteados y de acuerdo a los resultados y análisis de las variables evaluadas se tienen las siguientes conclusiones:

- 1.- Los híbridos simples, trilineales y dobles generados a partir de las líneas progenitoras del híbrido H-28, no manifestaron efectos significativos estadísticamente, sobre la expresión de rendimiento.
- 2.- Estadísticamente no hubo diferencias significativas en la mayoría de las variables agronómicas evaluadas, para diferentes híbridos conformados con las líneas progenitoras del híbrido H-28.
- 3.- El orden de cruza original del H-28 (M15XM16) X (M17XM18) y el orden de cruza recíproca del mismo híbrido (M17XM18) X (M15XM16) no presentaron diferencias significativas en los componentes de rendimiento.
- 4.- Las combinaciones simples (M17XM18) directa y (M18XM17) recíproca, progenitor macho del H-28, no mostraron diferencias significativas en los componentes de rendimientos, sin embargo se apreció cierta tendencia favorable

en relación a las otras tres versiones diferentes de combinación del H-28.

5.- La combinación de cruza simple (M17XM18) directa macho del H-28, por su productividad y su calidad física de semilla, podría ser la mejor opción de cruza simple para la producción de semilla comercial, cuando esta cruza simple participa como hembra de híbridos trilineales o dobles.

6.- La combinación trilineal (M17XM18) X M15, presentó el más alto rendimiento numéricamente entre las 5 versiones de cruza, del H-28, superando a los cruzamientos simples y dobles; por lo cual se considera como una probable opción que puede resultar conveniente para tener una mayor productividad de grano y facilidad en la producción de semilla comercial, para lo cual convendría evaluarse nuevamente.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Abreu F., S. y González M. 1983. Estimación de la Capacidad de Combinación de líneas Seleccionadas de Maíz en la Obtención de híbridos Promisorias. Acad. Cien. Cuba. Inf. Cien. Tec., 17:1-6.
- Alarcón L., F.A. 1981. Caracterización Agronómica de líneas S₁ e Híbridos de cruza simple en Maíz. Tesis profesional UANL, Monterrey, N.L., México. P.5 y 14-15.
- Aldrich, S.W. y Leng, E.R. 1975. Producción moderna del Maíz Traducido al Español por C. Martínez Terreire y P. Leguisamón. Ed. Hemisferio Sur; Buenos Aires, Argentina.
- Allard, R.W. 1975. Principios de la Mejora Genética de las Plantas Traducción del inglés por José L. Montoya. Ed. Omega. 2a. Edición en Español. Barcelona, España.
- Aguado, T.A., Palacios de la R.G. y A. Moñoz O. 1963-64. H-28 Nuevo híbrido Temporalero para Valles Altos en: Agricultura Técnica en México. Vol II (4) 146-148. Chapingo, México.

- Arellano V, J.L. 1990. Fisiotecnia. Apuntes de Clase. FES-C-UNAM. (sin publicar) Cuautitlán Izcalli, México.
- Arellano, V.J. y Carballo, C.A. 1981- Vs-22 Nueva Variedad Sintética de Maíz para Valles Altos de México.
- 1981. Guía para cultivar maíz en el Estado de México, SARH, INIA. CIANC. CAEVAMEX. Folleto No. 13. Chapingo. México.
- Allard, R.W. 1961. Relationship between genetic diversity and consistency of performance indifferent environment. Crop. Sci. 1:127-133.
- Agramont C., F. 1947. Selección y Evaluación de Líneas Autofecundadas como base en el Mejoramiento de Maíz, Tesis, Chapingo, México.
- Badillo N., E. 1981. El Sistema de Semillas en México. Tesis C.P. Chapingo, México.
- Carballo C., A. 1979. Variedades en: Informe de actividades del Grupo Interdisciplinario de Maíz. Campo Agrícola Experimental Valle de México. CIAMEC, INIA. SARH. Chapingo, México.

- 1989. Técnicas de Mejoramiento. Apuntes de la Asignatura.
FES-C-UNAM. (sin publicar). Cuautitlán Izcalli, Edo. México.
- Cervantes R., J; J. Rodríguez V. y J. Guevara C. 1987. Listado de
Variedades liberadas por el INIA 1942-1985. INIFAP. SARH.
México, D.F. México.
- Coronel E., F. 1977. Tecnología y Rentabilidad del Cultivo d e
Maíz en el Valle de Culiacán, Sin. SARH. INIA. Folleto No.6.
- Curtis D., L. 1982. Algunos Aspectos de la Producción de
Semilla de Zea mays L. (maíz) en E.U.A. en: P.D. Hebblet
waite. Ed. Producción Moderna de Semillas. Traducción del
inglés por Federico Stanham. Ed. Hemisferio Sur Montevi-
deo, Uruguay, pp. 460-480.
- De la Teja A., O. 1982. Estudio de las Características de los
Suelos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán,
FES-C-UNAM. Departamento de Ciencias Agrícolas.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 1979.
Semillas 6a. Ed. (Trad. por A. Marino y P. Rodríguez).
Ed. CECSA, México p. 279.
- De la Loma, J.L. 1966. Genética General y Aplicada. Ed. UTEHA,
3a. Ed. México, p. 521.

- Duncan, W.G. 1975. Maize. en: L.T. Evans Crop Physiology combrite University Press pp. 25-50.
- Dextator, C.W., y I. J. Johnson. 1986. Prediction of double cross yield in corn, Agron. J. 28: 460-462.
- Emsweller, S.L. 1986. Procedimientos Básicos en el Mejoramiento de Cultivos. en: Semillas. The Yearbook of Agriculture. USDA.
- El-La Kany, M.A., And W.A. Ruseell. 1971. Relationships of maize characters with y red intercrosses of inbreds, at different plant densities-crop SCI II: 698-701.
- Espinosa, C., A. 1982. Adaptabilidad, Productividad y Calidad de Líneas e Híbridos de maíz (Zea mays L.) Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Espinosa, C., A. Carballo C. 1986. Productividad y Calidad de Semillas en Líneas e Híbridos de Maíz (Zea mays L.) para Zona de Transición. El Bajío-Valles Altos de México, Fito-tecnia 8:35-45.
- Espinosa, C., A. M. Tadeo R. 1988. Efecto del Orden de Cruzamiento en la Producción de Semillas de Híbridos de Maíz de Temporal. Resúmenes del XII Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI.

UACH. Chapingo, México.

----- 1992. Tecnología para Asegurar Productividad y Calidad en la Producción de Semillas de un Híbrido doble de Maíz (sin publicar) CAEVAMEX. CIFAP. SARH.

Espinosa, C., M. Tadeo R. y G. Asteizna B. 1992. Tecnología de Producción de Semillas del Híbridos de Maíz H-137. en: Agronegocios. 9:42-52.

Espinosa C., A. y Tut C. 1990. Tecnología de Producción de Semillas del Híbrido cruza doble de maíz H-137 de Valles Altos. Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI. Escuela Superior de Agricultura Hermanos Escobar. Cd. Juárez Chih.

-----1992. Tecnología de Producción de Semillas para el Híbrido de Maíz de Valles Altos H-33 en: Resúmenes del XIV Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México.

Espinosa, P.N. 1985. Rendimiento de Grano y Componentes del Rendimiento de Tres Variedades de Maíz (Zea mays L.) Tesis, Chapingo, México.

- Gómez V., J. 1991. Semillas Mejoradas Disponibles de Maíz en el Estado de México, sus Características y Recomendaciones. En Manual Diagnostico para Asesores Técnicos. T., SARH. INIFAP. Toluca, México.
- Garay E., A. 1982. Calidad de Semilla y su Importancia en la Productividad p. 22 (Mimeografiada).
- García M., E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. UNAM, México.
- Hallaver, A. R. y J.B. Miranda. 1988. Quantitative Genetics in maize Breeding. Iowa State University Press/Ames.
- Hartman H., T. Kester D.E. 1980. Propagación de Plantas. 2a. Ed. Trad. de la 3a. Ed. en inglés. CECSA. México.
- Hernández C., A. 1989. Influencia del Orden de Cruzamiento de los Progenitores en el Rendimiento y Calidad de Semilla de Híbridos de Maíz de Temporal. Tesis de licenciatura. FES-C-UNAM. Cuautitlán Izcalli, México.
- Yenkins M.T. 1978. Predicting hybrid performance. En maize breeding during the development of hybrid maize. Ed. Wiley Intescience. Cap. 2.

Jugenheimer, R.W. 1959. Hybrid maize breeding and seed production. FAO of U.M.

----- 1981. Maíz variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. Ed. Limusa. México.

Márquez S., F. 1988. Genotecnia Vegetal. Tomo I y II. AGT. Editor. S.A. México.

----- 1979. El Problema de la interacción genética ambiental en genotecnia Vegetal. Patana, A.C. Chapingo, México.

Molina G., J.D. 1984. La Varianza Genética en el entorno del mejoramiento genético del maíz. En: Resúmenes del Congreso Aguascalientes, México.

Martínez C., J.J., 1990. Mejoramiento Convergente de las líneas que forman el híbrido de maíz tropical H-511. Evaluación de líneas. Resúmenes del XIII Seminario Panamericano de Semillas. FELAS, Guatemala, A.C.

Matso T. 1975. Adaptabilidad in plants. JIBP. Synthesis 6:1-5.

Milton, P., F. 1987. Mejoramiento genético de las Cosechas Ed. Limusa. México.

Perry D., A. 1980. The Concepts of seed vigor and its relevance to seed production techniques In: P.D. Hedbbltwaite seed Production-Bulterworths Publishers. pp. 585-591.

Piña D.V., A. 1992. Capacidad Productiva de Híbridos del Maíz por Diferente Orden de Combinación de Progenitores. Tesis Profesional, FES-UNAM, Cuautitlán Izcalli, Edo. Méx.

Poelhman J., M. 1987. Mejoramiento genético de las Cosechas. Ed. Limusa, S.A. México.

Pliego T., P. 1986. Posición y Tamaño de Semillas en la mazorca y su relación con el rendimiento en variedades de maíz. (Zea mays L.). de la Mesa Central. Tesis FES-C- UNAM, Cuautitlán Izcalli, México.

Queme L., J.L. 1988. Determinación de la Aptitud Combinatoria General y aptitud Combinatoria Específica para Rendimiento de seis progenitores de híbridos de maíz en Guatemala. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Reyes C., P. 1985. Fitogenética, Básica y Aplicada. AGT. Editor. S.A. México.

----- 1990. El maíz y su Cultivo. AGT. Editor. S.A. México.

Robles S., R. 1983. Producción de granos y Forrajes. Editorial Limusa, S.A. México.

----- 1986. Genética Elemental y fitomejoramiento Práctico. Ed. Limusa, S.A. México.

Ramírez D., J. L., Ron P.J., Venegas S.H., Herrera M.R., Delgado M.H. Valdez M.H. 1988. Comparación de la Cruza directa y Recíproca en el Híbrido de maíz H-311 en región Centro de Jalisco. Resúmenes del XII Congreso de fitogenética. UACH. Chapingo, México.

Reddy P.,R. 1987. Relationship of single crosses to double and three-way cross hybrids in maize (Zea mays L.) Foryield. genética Ibérica 39: I-2 117-129.

Ríos 1989. efecto del orden de cruzamientos en el rendimiento y producción de semilla de híbridos de maíz (Zea mays L.) de riego de Valles altos y la Zona de transición Bajío-Valles Altos. Tesis. Cuautitlán Izcalli, Edo. México.

SARH. 1982. Logros de la Investigación Agrícola en la República Mexicana. INIA, México, D.F.

- 1886. Logros de la Investigación a nivel nacional.
- Sanchis, R. 1982. Las semillas Ed. de Vecchi. S.A. Barcelona, España.
- Schnell, F.W. 1973. Type of Variety and average performance in hybrid maize. Ann. Genet. Sel. Anim.
- Sierra M., M. 1983. Transferencia de genes del enanismo en variedades precoces de maíz (Zea mays L.) de clima caliente seco. Tesis de M.C. INTESM. Monterrey, N.L.
- Sockness B., A. 1989. Performance of single and double cross autotetraploid maize hybrids with different levels of inbreeding crop science 29:4-875-879.
- Sprague G., F. 1975. Corn and improvement. Ed. Academic Press. American Society Agronomy. Vol. 5
- Velázquez C., G. y J. L. Arellano V. 1993. Mejoramiento Genético de Maíz para Valles Altos y la Región de Transición de la Mesa Central de México, Resúmenes del 50 Aniversario del CAEVAMEX. 1943-1993. SARH. INIFAP. CIRCE. CAEVAMEX. Chapingo, México.
- Velázquez M., R.R. 1978. Formación de híbridos simples en base

a la familia de hermanos completos provenientes de diferentes poblaciones de maíz (Zea mays L.) Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Tadeo R., M. 1991. Producción de semillas en híbridos de maíz (con problemas de sincronía en la floración de sus progenitores). Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Tanaka y Yamagushi J. 1972. Producción de materia seca, componentes de rendimiento de grano de maíz. (Trad. por el Dr. Josué Kahashi Shibata) Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Weatherpoon, J.H. 1970. Comparative yields of single, three way and double crusses of maize. crop. Sci. 10:157-159.

Yoshida, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. Ann. Rev. Plant phys. 23: 437-464.

VII APENDICE

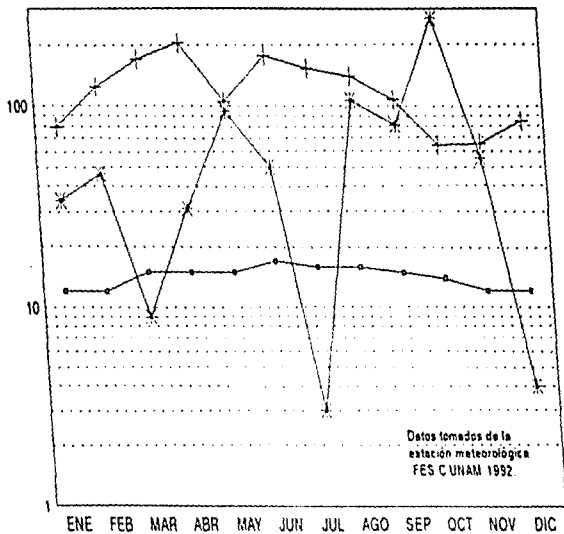


Figura 1A. Estación de crecimiento del híbrido de maíz H-28 en Cuautlilán, México. P/V 1992.

CUADRO 2A. Rendimientos obtenidos del híbrido H-28, a través de diferentes años y localidades de evaluación en comparación con otras variedades.

AÑO	LOCALIDAD	RENDIMIENTOS PROMEDIO POR VARIEDAD (Kg/Ha.)					
		H-28	H-24	V-105	CV-11	Criollo Ch. chico	CRIOLO
1961	"El Horno", Chapingo, México	107.4	100.0	----	----	----	----
1961	"El Horno", Chapingo, México	131.2	----	100	----	----	----
1961	"Santa Elena", Toluca, México	132.0	----	100	----	----	----
1961	"Santa Elena", Toluca, México	131.0	----	100	----	----	----
1962	"El Horno", Chapingo, México	149.1	144.0	----	----	100	----
1962	"El Horno", Chapingo, México	137.0	136.0	----	----	100	----
1962	"El Horno", Chapingo, México	126.2	101.0	----	----	100	----
1962	"El Horno", Chapingo, México	161.7	----	----	----	100	----
1962	"Santa Elena", Toluca, México	155.0	----	100	----	----	----
1962	Zinacantepec, México	132.0	----	100	----	----	----
1962	Ixtlahuaca, México	150.0	----	100	----	----	----
1962	Cuapiaxtla, Tlax.	127.0	122.4	----	----	----	100
1963	"El Horno", Chapingo, México	262.2	203.0	----	----	100	----
1963	"El Horno", Chapingo, México	116.1	100.0	----	----	----	----
1963	"El Horno", Chapingo, México	209.0	160.0	----	----	100	----
1963	"Santa Elena", Toluca, México	160.0	122.0	108.0	100	----	100
1963	"Santa Elena", Toluca, México	156.0	----	100	----	----	----
1963	"Santa Elena", Toluca, México	190.0	170.0	100	----	----	----
1963	"Santa Elena", Toluca, México	151.0	----	----	100	----	----
1963	Aculco, México	138.0	----	----	----	----	100
1963	Atlacumilco, México	138.0	----	----	----	----	100
1963	Cuapiaxtla, Tlax.	132.6	111.6	116.6	----	----	100
1963	Huamantla, Tlax.	102.7	----	----	----	----	100
1963	Huamantla, Tlax.	162.7	104.8	110.7	125.5	----	100
1963	Tlaxco, Tlax.	137.8	102.6	103.7	110.5	----	100
Media=		147.8	129.0	103.2	109.0	100.0	100.0

Fuente: Aguado T., A., G. Palacios de la R. y A. Muñoz O. 1964. H-28, Nuevo híbrido temporalero para Valles Altos en: Agricultura Técnica en México. Vol. II (4) 146-148.

CUADRO 4A. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en progenitores del híbrido de maíz H-28, por diferente orden de cruza. Cuautitlán Izcalli, México. 1992. Rendimiento medio, altura de planta, altura de mazorca, días a floración masculina al 100%.

No. de Tratam.	Progenitor Genotipo	Rendimiento Kg/Ha.	Altura de Planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a Floración masculina al 100%
1)	(M17XM18) X (M15XM16)	4 146 A	207 A	109 A	104.3 A
2)	(M15XM16) X (M17XM18)	5 261 A	194 A	108 A	105.6 A
3)	(Aspros-720)	4 414 A	212 A	112 A	104.3 A
4)	M15 X (M17XM18)	5 999 A	214 A	113 A	105.6 A
5)	(M17XM18)	5 948 A	213 A	115 A	104.3 A
6)	(M18XM17)	5 925 A	209 A	114 A	105.3 A
7)	V-23	5 120 A	203 A	106 A	104.3 A
8)	H-30	6 213 A	213 A	113 A	105.3 A
9)	H-33	6 048 A	225 A	117 A	105.0 A
D.S.H. (0.05)		2 776	38.31	28.2	3.8

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente.

D.S.H. = Diferencia mínima significativa.

Tukey ($P < 0.05$) = Al 5% de probabilidad.

CUADRO 5A. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en progenitores del híbrido de maíz H-28, por diferente orden de cruza. Cuautitlán Izcalli, México. 1992. Días a floración femenina al 100%, longitud de mazorca, No. de hileras/mazorca, No. de granos/hileras.

No. de Tratam.	Progenitor Genotipo	Días a floración femenina al 100%	Longitud de mazorca cm	No. de hileras/ mazorca.	No. de granos /hilera
1)	(M17XM18) X (M15XM16)	109.3 A	13.2 AB	16 B	26.2 AB
2)	(M15XM16) X (M17XM18)	112.3 A	13.3 AB	18 AB	25.0 AB
3)	{Aspros-720}	111.0 A	14.7 A	18 AB	28.7 AB
4)	M15 X (M17XM18)	111.3 A	13.3 AB	18 AB	27.6 AB
5)	(M17XM18)	109.0 A	12.3 B	20 AB	23.5 B
6)	(M18XM17)	110.6 A	12.9 AB	18 AB	24.4 AB
7)	V-23	109.0 A	15.1 A	18 AB	29.6 A
8)	H-30	110.0 A	13.5 AB	20 AB	27.2 AB
9)	H-33	110.6 A	14.1 AB	20 A	28.2 AB
D.S.H. (0.05)		5.06	2.27	4.07	6.10

Promedios con la misma letra son iguales estadísticamente.
Tukey (P< 0.05)

CUADRO 6A. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en progenitores del híbrido de maíz H-28, por diferente orden de cruza. Cuautitlán Izcalli, México. 1992. Diámetro de mazorca, diámetro de olote, peso de 200 granos, peso volumétrico.

No. de Tratam.	Progenitor Genotipo	Diámetro de mazorca	Diámetro de olote	Peso de 200 granos	Peso volumétrico
1)	(M17XM18) X (M15XM16)	4.5 B	2.1 A	64.5 A	703.7 A
2)	(M15XM16) X (M17XM18)	4.8 AB	2.5 A	61.0 A	725.3 A
3)	(Aspros-720)	4.6 AB	2.2 A	63.5 A	710.4 A
4)	M15 X (M17XM18)	4.5 B	2.1 A	61.2 A	714.1 A
5)	(M17XM18)	5.0 AB	2.5 A	65.3 A	714.4 A
6)	(M18XM17)	4.8 AB	2.4 A	68.7 A	742.1 A
7)	V-23	4.6 AB	2.3 A	61.6 A	729.3 A
8)	H-30	5.0 AB	2.4 A	67.9 A	730.9 A
9)	H-33	5.2 A	2.5 A	63.9 A	720.2 A
D.S.H. (0.05)		0.62	0.43	19.26	62.44

Promedios con la misma letra son iguales estadísticamente.
 Tukey (P< 0.05)

CUADRO 7A. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en progenitores del híbrido de maíz H-28, por diferente orden de cruza. Cuautitlán Izcalli, México. 1992. % de grano grande, % de grano mediano, No. de mazorcas buenas.

No. de Tratam.	Progenitor Genotipo	% de grano grande	% de grano mediano	No. de mazorcas buenas
1)	{M17XM18} X {M15XM16}	44.7 A	22.9 A	23.66 A
2)	{M15XM16} X {M17XM18}	37.3 A	24.1 A	39.00 A
3)	{Aspros-720}	31.4 A	20.3 A	24.66 A
4)	M15 X {M17XM18}	16.0 A	18.7 A	33.33 A
5)	{M17XM18}	50.5 A	18.8 A	38.00 A
6)	{M18XM17}	41.4 A	27.6 A	36.00 A
7)	V-23	19.9 A	24.7 A	29.00 A
8)	H-30	25.1 A	28.6 A	38.33 A
9)	H-33	16.6 A	20.0 A	33.33 A
D.S.H. (0.05)		42.88	17.18	24.57

Promedios con la misma letra son iguales estadísticamente.
Tukey (P< 0.05)

CUADRO 8A. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en progenitores del híbrido de maíz H-28, por diferente orden de cruce. Cuautitlán Izcalli, México. 1992. No. de mazorcas malas, madurez fisiológica, calificación de mazorca, calificación de grano.

No. de Tratam.	Progenitor Genotipo	No. de mazorcas malas	Madurez fisiológica	Calificación de mazorca	Calificación de grano
1)	(M17XM18) X (M15XM16)	21.33 A	147.66 A	6.66 A	6.33 A
2)	(M15XM16) X (M17XM18)	2.00 A	149.33 A	7.66 A	7.66 A
3)	(Aspros-720)	12.33 A	143.33 A	7.33 A	7.00 A
4)	M15 X (M17XM18)	12.00 A	149.33 A	7.66 A	6.66 A
5)	(M17XM18)	13.33 A	142.66 A	7.33 A	7.00 A
6)	(M18XM17)	10.00 A	152.66 A	7.66 A	7.66 A
7)	V-23	13.00 A	147.33 A	7.33 A	7.33 A
8)	H-30	8.66 A	150.66 A	8.00 A	7.66 A
9)	H-33	7.66 A	154.66 A	8.33 A	7.66 A
D. S. H. (0.05)		20.01	13.11	1.74	2.37

Promedios con la misma letra son iguales estadísticamente.
Tukey (P< 0.05)