

27
24'



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**



V N A M

**“CAPACIDAD PRODUCTIVA DE HIBRIDOS DE MAIZ POR
DIFERENTE ORDEN DE COMBINACION DE PROGENITORES”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO AGRICOLA**

**P R E S E N T A :
ANGEL PIÑA DEL VALLE**

**ASESORES :
M. C. MARGARITA TADEO ROBLEDO
M. C. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERON**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CUAUTITLAN IZCALLI,

EDO. DE MEX. 1992



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	x
RESUMEN	xti
I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	5
1.2 Hipótesis	5
II. REVISION DE LITERATURA	6
2.1 Producción de híbridos de maíz	6
2.1.1 Antecedentes	6
2.1.2 Formación de híbridos dobles	8
2.1.3 Heterosis o vigor híbrido	10
2.2 Asincronía en floración de híbridos	12
2.2.1 Cruzamiento de progenitores	12
2.2.2 Control de la floración	15
2.2.3 Orden de combinación de progenitores	19
2.3 Rendimiento en híbridos dobles	23
2.3.1 Componentes de rendimiento	23
2.3.2 A.C.G. y A.C.E.	26
2.3.3 Predicciones del rendimiento	29
2.4 El híbrido cruzado doble H-137	33
2.4.1 Formación del híbrido y su problemática	33
2.4.2 Potencial productivo	36

III. MATERIALES Y METODOS	38
3.1 Localización	38
3.2 Condiciones ambientales	38
3.3 Condiciones edáficas	39
3.4 Material genético	39
3.5 Diseño experimental	40
3.5.1 Análisis estadístico	40
3.6 Manejo agronómico	40
3.6.1 Siembra	40
3.6.2 Riegos	41
3.6.3 Control de maleza	41
3.6.4 Fertilización	41
3.6.5 Cosecha	42
3.7 Componentes de rendimiento evaluados	42
- Días a floración masculina	42
- Días a floración femenina	42
- Altura de planta	42
- Altura de mazorca	42
- Longitud de mazorca	43
- Diámetro de mazorca	43
- Diámetro de olote	43
- Número de hileras por mazorca	43
- Número de granos por hilera	43
- Porcentaje de materia seca	43
- Porcentaje de grano	44
- Peso volumétrico	44
- Peso de 200 granos	44
- Tamaño de grano	44
- Rendimiento final	45

IV.	RESULTADOS	46
	4.1 <i>Análisis de varianza</i>	46
	4.2 <i>Prueba de comparación de medias</i>	48
V.	DISCUSION	57
VI.	CONCLUSIONES	66
VII.	BIBLIOGRAFIA	68
VIII.	APENDICE	78

LISTA DE CUADROS

- **Cuadro 1. Cuadrados medios, significancia estadística y coeficientes de variación 47**
- **Cuadro 1a. Rendimientos del híbrido H-137 70**
- **Cuadro 2a. Diferencial a floración de los progenitores de las cruas evaluadas 80**

LISTA DE FIGURAS

- **Figura 1. Comparación de medias del rendimiento total de grano 49**
- **figura 2. Comparación de medias de altura de planta y altura de mazorca 52**
- **Figura 3. Comparación de medias de longitud de mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera 55**

- **Figura 1a. Estación de crecimiento del híbrido H-137 en el ciclo p/v de 1991 en Cuautitlán, Méx. 81**
- **Figura 2a. Comparación de medias de porcentaje de materia seca y porcentaje de grano. 82**
- **Figura 3a. Comparación de medias de días a floración masculina y femenina 83**
- **Figura 4a. Comparación de medias de diámetro de olote y diámetro de mazorca 84**
- **Figura 5a. Comparación de medias de peso de 200 granos y peso volumétrico 85**
- **Figura 6a. Comparación de medias de tamaño de grano 86**
- **Figura 7a. Comportamiento del peso de 200 granos en relación al rendimiento 87**

RESUMEN

En los campos experimentales de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, durante el ciclo primavera/verano de 1991, se evaluó la capacidad de rendimiento del híbrido doble de maíz H-137, bajo 5 ordenes diferentes de cruzamiento de sus progenitores y 2 cruzas de 3 líneas, a saber: (M36xM37) x (M17xM18) [H-137 en su estructura original]; (M37xM18) x (M36xM17); (M17xM18) x (M36xM37); (M36xM17) x (M37xM18); (M36xM18) x (M37xM17); (M17xM18) x M36; y (M17xM18) x M37.

El objetivo del trabajo fue comparar la capacidad productiva del maíz H-137 obtenido bajo diferente orden de combinación de sus progenitores, dado que este híbrido es de muy buen potencial productivo y representa la mejor opción para los agricultores con riego en Valles Altos, sin embargo, debido a que en su forma original presenta un diferencial de varios días en la floración de sus cruzas simples progenitoras, y esta asincronía dificulta el mantenimiento de la calidad genética en la producción de semillas, se propuso el cruce intercambiado a fin de eliminar diferenciales a floración.

La siembra se realizó el 9 de mayo de 1991. La dosis de fertilización utilizada fue de 150-00-00. El diseño experimental consistió un un ensayo bloques al azar con 7 repeticiones. La parcela experimental contó de 4 surcos de 5 m de longitud por 0.92 m de ancho. La parcela útil la

constituyeron los 2 surcos centrales. La densidad de población fue de 60 000 plantas por hectárea. El análisis estadístico comprendió un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias por el método de Tukey. La cosecha se efectuó a los 170 días del ciclo agrícola.

Los componentes de rendimiento evaluados fueron: rendimiento total de grano, longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, peso de 200 granos, peso volumétrico, altura de planta, altura de mazorca, días a floración masculina, días a floración femenina, etc.

Los resultados indican que la modificación en el orden de cruzamiento, no presentó diferencias significativas estadísticas sobre el rendimiento final, aunque numéricamente se aprecian diferencias favorables hacia las combinaciones trilineales.

En base a los rendimientos obtenidos en los 7 tratamientos estudiados, se infiere que es similar la capacidad productiva del maíz H-137 independientemente del orden de crusa.

Se concluye que por su nivel de asincronía en floración, de un sólo día, y por su respuesta en productividad, la combinación alternativa (M37xM18) x (M36xM17), debe ser el orden de cruzamiento utilizado para la producción de semilla del híbrido doble de maíz H-137.

1. INTRODUCCION

La producción extensiva de semilla híbrida de maíz representa el vínculo entre el mejoramiento genético y la utilización de este importante insumo por los agricultores.

Dentro de la tecnología de producción de semillas para maíces híbridos, se buscan progenitores con características especiales como son: producción, ciclo, tamaño y forma de 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).

La coincidencia en la floración de los progenitores es muy significativa en maíces híbridos, pues de ella depende la obtención de una buena producción de semillas. La asincronía en la floración hace que se dificulte el mantenimiento de la calidad genética en la producción de semillas. Lo mejor es la coincidencia total que minimice las contaminaciones con polen extraño (Astelza et al, 1990).

Una problemática constante que se les presenta a las compañías encargadas de producir semilla híbrida, tanto en el sector público [PRONASE, patronatos, asociaciones de productores], como en el privado, es el diferencial en

floración debido a que al realizar los cruzamientos para formar híbridos, se prefiere utilizar materiales heterogéneos entre sí, para aprovechar el alto nivel de heterosis, y en muchas ocasiones al realizar los cruzamientos entre líneas, se presenta un diferencial de varios días en la floración de los progenitores, lo cual complica la producción de la semilla; teniendo que recurrirse a prácticas agronómicas para ajustar ese diferencial, y conseguir que la producción máxima de polen en el progenitor masculino coincida con la aparición de los estigmas en el progenitor femenino.

Entre las prácticas agronómicas utilizadas para obtener sincronía en la floración, se emplean densidades de población y fertilización en ambos progenitores, aplicación de riegos, tratamientos con podas, o bien, se aplican fitohormonas al progenitor masculino para acelerar la expulsión del polen (Asteinza et al. 1990). No obstante la técnica más utilizada para compensar esta asincronía, es la siembra diferencial entre los progenitores, por ser la opción más segura para hacer coincidir las floraciones. Pese a que la siembra escalonada implica incremento en los costos de producción, ya que se duplican labores y se dificulta el manejo agronómico.

Tadeo (1991) propone que una posibilidad real para lograr coincidencia total entre los progenitores de híbridos es emplear la técnica "CRIX CROSS", que contempla el cruce intercambiado de progenitores a fin de eliminar diferenciales a floración, como se ha confirmado en investigaciones con las líneas del híbrido H-137.

El híbrido de maíz de crusa doble H-137, fue liberado por el INIFAP en 1990. Por su buena capacidad de rendimiento y amplia adaptación es una muy buena opción para los agricultores con riego en Valles Altos. En altitudes que van de 2200 a 2350 msnm. El factor limitante más importante para este maíz que había retardado su utilización comercial fue la ausencia de tecnología de producción de semillas, para aminorar el problema de asincronía a floración entre sus progenitores, debido a que existe un diferencial de 16 a 18 días entre ambas cruza simples.

Recientes investigaciones con este híbrido, han definido que al invertir el orden de crusa de sus progenitores o al intercambiarlos, se facilita el proceso de producción de semillas. Una alternativa para solucionar el inconveniente de asincronía en este híbrido lo constituye la combinación (M37xM18) x (M36xM17) la cual presenta una diferencia a floración de únicamente un día, lo que significa un menor costo comparativamente a la conformación original (M36xM37) x (M17xM18) de este híbrido.

Aunque, faltaría por verificar que bajo diferente orden de crusa, este híbrido puede mantener la misma capacidad productiva que en su estructura original, ya que pudiera darse el caso de diferencias por efecto materno y/o algunos factores genéticos en estado de ligamiento (Tadeo, 1991).

En este trabajo se retoma la información previa, generada en torno al maíz H-137, para evaluar algunas versiones de este híbrido obtenidas bajo diferente orden de cruce, con la finalidad de comparar su capacidad productiva.

1.1 OBJETIVOS

- 1) *Determinar la capacidad productiva de diferentes versiones del híbrido de maíz H-137, por cambio de progenitores en el proceso de producción de semillas.*
- 2) *Definir diferencias del maíz H-137 por orden de cruce utilizado.*
- 3) *Definir el nivel productivo de híbridos trilineales entre progenitores del H-137 con respecto al híbrido doble H-137.*

1.2 HIPOTESIS

La capacidad productiva del maíz H-137 es similar independientemente del orden de cruce.

Los híbridos trilineales conformados con líneas del H-137 superan en rendimiento al híbrido doble H-137.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 PRODUCCION DE HIBRIDOS DE MAIZ

2.1.1 ANTECEDENTES

El maiz es una gramínea que morfológicamente se define como una planta típicamente monoica, lo cual le permite reproducirse mediante polinización cruzada en un 95% (Poelhman, 1987). Esta condición le ha permitido a los fitomejoradores lograr significativos avances y obtener ventajas en uniformidad y rendimiento en relación con maíces criollos. Al formar los híbridos se aprovecha su alta condición heterocigótica.

En 1909 se inicia propiamente la historia del maiz 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 maiz (Poelhman, 1987). Shull retoma los logros de muchos brillantes investigadores que desde finales del siglo XVII divulgaron sus experiencias trabajando con diversas especies vegetales, principalmente en maiz. Reyes (1990) menciona que entre los logros más relevantes se encuentran las aportaciones del botánico alemán Josep Koelreuter a mediados del siglo XVIII al descubrir los efectos de la endogamia y señalar la manifestación del alto vigor de los híbridos.

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

En 1918 Donald F. Jones, sugiere la formación de híbridos dobles en la producción comercial de semillas mejoradas de maíz. La producción de cruza simples propuesta por Shull, resultó escasa y costosa. El híbrido doble o cruza de dos híbridos simples F1 es más abundante y redituable para las compañías productoras (Reyes, 1990).

Atry et al (1986) apuntan que la primera semilla comercial de maíz híbrido saltó a la venta en los E.U.A. en 1929 y era un híbrido cruza doble.

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

La producción de semilla de cruza simples se suspendió al surgir la tecnología de la cruza 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).

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

2.1.2 FORMACION DE HIBRIDOS DOBLES

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

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

En la formación de un híbrido crusa simple intervienen dos líneas puras originadas por autopolinización y selección (Poelhman, 1987). La técnica consiste en ubicar una línea como progenitor femenino de acuerdo a características convenientes entre las que destaca la productividad (Espínosa y Tadeo, 1988) y designar a la otra línea como progenitor masculino, la cual debe de contar con buena capacidad para liberar polen (Tadeo, 1991).

Reyes (1990) lo esquematiza de la siguiente manera:

FORMACION DE UN HIBRIDO CRUZA SIMPLE

PROGENITORES:	$\frac{\text{HEMBRA}}{\text{LINEA A}}$	x	$\frac{\text{MACHO}}{\text{LINEA B}}$
---------------	--	---	---------------------------------------

HIBRIDO F1 COMERCIAL (AxB)

El híbrido doble es el resultado del cruzamiento de dos híbridos simples, lo cual le confiere una más 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, si 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 LA CRUZA DOBLE

PROGENITORES	$\frac{\text{HEMBRA}}{(AxB) F1}$	x	$\frac{\text{MACHO}}{(CxD) F1}$
--------------	----------------------------------	---	---------------------------------

CRUZA DOBLE COMERCIAL (AxB) x (CxD)

La semilla de una crusa doble se produce de una planta de crusa simple que ha sido polinizada por otra crusa simple altamente productora de polen (Poelhman, 1987), lo que posibilita un abaratamiento en los costos de producción de semilla en relación al híbrido simple (Emsweller, 1986).

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

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

2.1.3 HETEROSIS O VIGOR HIBRIDO

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

Shull (1914) (citado por Jugenheimer, 1981) define como heterosis al fenómeno resultante de cruzar dos variedades, y obtener un híbrido que es superior en crecimiento, tamaño, rendimiento o en vigor general. El término es una contracción de heterocigosis.

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.

Generalmente se presentan dos explicaciones para comprender el fenómeno del vigor híbrido (Poelhman, 1987), la teoría de la dominancia asume que los caracteres favorables para vigor están determinados por genes dominantes (Reyes, 1990). La otra teoría es la de la heterocigosis, la cual explica el vigor híbrido sobre la base de alelos heterocigóticos: en una planta heterocigótica ($a_1 a_2$) se produce una combinación de efectos más favorables para la planta, que el efecto producido por cualquiera de los alelos por sí solo (Poelhman, 1987).

Carballo (1989) indica las formas de estimar la heterosis:

- 1) Exceso promedio en vigor de los híbridos F1 en relación al promedio de los progenitores. $HF1 = \bar{x} F1 - \frac{1}{2} (\bar{x} P1 + \bar{x} P2)$.*
- 2) Exceso sobre el progenitor con mayor expresión del carácter que se trate.*

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.

2.2 ASINCRONIA EN FLORACION DE HIBRIDOS

2.2.1 CRUZAMIENTO DE PROGENITORES

La producción de semilla de híbridos cruce doble involucra el cruce de dos híbridos de cruce simple, de los cuales uno sirve como semilla [progenitor femenino] y el otro como proveedor de polen [progenitor masculino].

El progenitor femenino debe de ser androsteril o emasculado; el polen debe transferirse desde las flores masculinas hasta los órganos femeninos, y el proceso de fecundación debe ser correcto para poder obtener rendimientos de semilla elevados (Curtis, 1983).

Los mejores progenitores de semilla pueden reducir notablemente los costos de producción, por lo tanto el progenitor femenino y el progenitor polinizador difieren considerablemente en su deseabilidad (Jugenheimer, 1981).

Entre las características más deseables para cada progenitor se encuentran las mencionadas por Espinosa y Tadeo (1988) y Jugenheimer (1981) en base a su:

Progenitor femenino

Producción
Tamaño y forma de semilla
Dureza de raquis
Ahijamiento
Cobertura de mazorca

Progenitor masculino

Producción
Abundante capacidad para liberar polen
Dureza de espiga
Ramificaciones de espiga

Y para los dos progenitores: % de germinación, longevidad de semilla, vigor de planta, poca diferencia en días a floración respecto al progenitor opuesto, altura y sanidad.

Sánchez (1988) evidencia la importancia de las cruces utilizadas como polinizadores, al tener mayor capacidad para producir polen esto permite aumentar la proporción de surcos del progenitor femenino disminuyendo con ello los costos.

Se ha observado que los híbridos entre líneas puras de ascendencias distantes producen generalmente mayor vigor híbrido que los híbridos de líneas puras derivadas de polinización abierta iguales o semejantes (Allard, 1980).

Si los progenitores no tienen origen común, es más probable que los grupos de genes favorables sean diferentes [ya que provienen de orígenes diferentes] y por lo tanto, aún cuando fenotípicamente sean similares pueden complementarse y ofrecer una amplia segregación genética en generaciones avanzadas y mayores probabilidades de mejoramiento, puesto que entonces puede ocurrir segregación transgestiva (Márquez, 1988).

Eckardt y Bryan en 1940 (citados por Sprague, 1955) registraron diferencias altamente significativas en rendimiento de cruza dobles al comparar dos formas de hacer las cruza dobles entre líneas provenientes de variedades diferentes; el mejor método resultó el que combina cruza simples no emparentadas.

Curtis (1983) reitera que la corriente actual es utilizar líneas parentales con maduración diferente. Esto con la finalidad de aprovechar el alto nivel de heterosis. Por esto se hace necesario sincronizar la floración de 2 líneas de maduración diferente.

Tadeo (1991) subraya la tendencia que ha seguido el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIFAP] respecto a la obtención de híbridos, la cual está orientada a producir híbridos sólo con floración simultánea, desaprovechando así buenos niveles de heterosis.

Si de acuerdo al desarrollo de las plantas se tiene el convencimiento de que la floración no va a coincidir, es decir, cuando la hembra o el macho tengan diferencia de floración, se pueden aplicar medidas de auxilio para lograr coincidencia (Sánchez, 1988).

2.2.2 CONTROL DE LA FLORACION

Aragón et al (1990) reportan en una investigación realizada sobre heredabilidad del sincronismo en floración, que el peso seco de la mazorca fue drásticamente afectado al tener una mayor asincronía a floración. Agregan que con una asincronía de 10 días la producción de grano resultó nula, esto fue más notorio en plantas más tardías en floración femenina.

Se reconoce que varios de los maíces mejorados, principalmente híbridos presentan problemas para su reproducción por una diferencia significativa entre la floración de sus progenitores o por ser líneas variables de un bajo nivel de homocigosis, lo que dificulta su multiplicación (Gómez, 1991).

Por lo anterior resulta evidente que la coincidencia en la floración es muy importante pues de ella depende la obtención de una buena producción de semillas. Astetnza et al (1990) reiteran que la asincronía en floración hace que se dificulte el mantenimiento de la calidad genética en la producción de semillas.

La frecuencia de híbridos con asincronía es elevada, por lo tanto crece la necesidad de aprender a manejar adecuadamente las diferenciales de floración entre progenitores (González citado por Tadeo, 1991).

Curtis (1983) enfatiza que hasta la fecha el método práctico más efectivo resulta la utilización de fechas de siembra escalonadas para hacer coincidir la floración de los progenitores.

Si no hay sincronización en la floración de macho y hembra, es necesario sembrar los progenitores en dos periodos, por ejemplo, siembra alternada. Las hileras de hembras deben sembrarse días antes o después que las hileras macho dependiendo de las diferencias observadas entre el tiempo de emergencia de estigmas y el espigamiento (Virgen, 1988).

Bonnet (citado por Gomez, 1988) menciona que en promedio el periodo de expulsión de polen es alrededor de 10 días en maíz y la cantidad de polen comúnmente asegura la fertilización de cada pistilo funcional de una mazorca.

Además de la siembra escalonada existen diversas prácticas culturales con la finalidad de lograr coincidencia en la floración de los progenitores de híbridos.

En la primavera de 1990, Astelzu et al, probaron la aplicación de fitohormonas [gapol y ethrel] para medir los efectos en la floración del progenitor masculino del híbrido H-137. Los resultados señalan que es posible lograr adelantos en la floración masculina, ya que hubo respuesta ante la aplicación de hormonas de hasta 10 días en la expresión de floración masculina.

Bosch et al (1989) trabajando con el genotipo mutante verde pálido pgs1 pgs11 pgs12 pgs12 (epistático doble recesivo) investigaron la posibilidad de sincronizar la floración para la producción de semilla híbrida en Barcelona, España. Los resultados indican que es posible aumentar la precocidad de la floración, sin embargo se reduce notablemente la producción de semilla por lo que las líneas mutantes podrían solamente ser usadas como progenitores masculinos.

Hernández et al (1990) estudiando las causas en la reducción del intervalo de floración del maíz Tuxpeño Sequia, sometido a ocho ciclos de selección recurrente, concluyen que la selección afecto el patrón de distribución de materia seca de la planta; mayores tasas de inversión de materia seca al jilote en desarrollo fueron responsables directas del acortamiento del intervalo de floración.

Johnson et al (citados por Gomez, 1988) lograron reducciones en la fecha de floración de hasta 12 días, mediante un programa de selección recurrente, siendo de 74 días en el ciclo 0 y 62 en el ciclo 15; de igual manera redujeron el periodo de asincronía de 4 a 1 día.

Bolaños (1991) en un trabajo sobre las limitaciones fisiológicas y genéticas al rendimiento asienta que el índice de cosecha [factor para predecir rendimiento] depende de la sincronía en floración y la capacidad de distribuir la materia seca hacia la mazorca.

Otra de las prácticas es alterar el balance nutrimental de la planta, aplicando altas dosis de fósforo para adelantar la floración; o bien alta fertilización nitrogenada al progenitor que se desea retrasar el periodo de floración. Sin embargo, debe tenerse cuidado ya que se provocan desequilibrios, que podrían repercutir en la calidad fisiológica de la semilla (Tadeo, 1991).

Daynard (citado por Montecillo, 1986) observó que al aumentar la temperatura y el fotoperiodo en maíz, hay una disminución de 3 días en el intervalo de floración masculina y femenina y 2 días en la formación de la capa negra.

Astetza y Espinosa (1988) ensayando con películas plásticas aplicadas al suelo registraron incrementos en la precocidad de floración del progenitor masculino del híbrido H-149.

Una práctica que se puede realizar para alterar el intervalo de floración es el manejo de la densidad de población, en este aspecto Espinosa (1990) especificó que hubo un adelanto de 2 días en la floración del H-137 bajo la densidad de 45 000 plantas por hectárea con respecto a 80 000 plantas por hectárea.

Sánchez (1988) al trabajar en sorgo propuso algunos procedimientos para hacer coincidir floraciones, ya sea atrasar o adelantar algún progenitor. Entre estos casos sobresale la aplicación de fertilizante foliar para adelantar hasta 4 días la floración. Además señala que para adelantar hasta 7 días es usual demorar el riego, por el contrario al aplicar riegos más frecuentes o pesados se logran retrasos de 5 a 7 días. También propone practicar defoliaciones de hoja y aplicaciones de herbicida 2, 4D para controlar el intervalo de floración de los progenitores.

2.2.3 ORDEN DE COMBINACION DE PROGENITORES

Tadeo (1991) argumenta que el cruce intercambiado de progenitores es una técnica factible para obtener coincidencia total en la floración de los progenitores de híbridos.

Sprague (citado por Queme, 1988) alude que la variación en el comportamiento de las cruza dobles es atribuible a las combinaciones de las líneas componentes: lo cual puede deberse a efectos genéticos no aditivos.

Los datos reportados por Eckhart y Bryan (1940) (citados por Jenkins, 1978) implican que puede haber diferencias significativas en rendimiento entre las 3 cruza dobles que pueden hacerse entre 4 líneas endogámicas progenitoras. Estos investigadores presentaron datos del orden de cruce de 4 progenitores de una cruce doble. En comparaciones de cruza

dobles entre dos variedades de origen diferente, las más altas combinaciones de rendimiento fueron obtenidas cuando 2 líneas de una variedad heredaban la crusa de un lado y 2 líneas de otra variedad venían del otro lado (Jenkins, 1978). Cruzas de este tipo también fueron las que tuvieron menor variabilidad para altura de planta, altura de mazorca, tamaño y peso de mazorca.

En cruzas similares involucrando líneas precoces (P) y tardías (T) la variabilidad para madurez, altura de mazorca, peso de mazorca, diámetro y tamaño de mazorca fueron significativamente menores para la combinación $(P \times P) \times (T \times T)$ que para la combinación $(P \times T) \times (P \times T)$ (Jenkins, 1978).

Hernández (1989) evaluando las cruzas simples de los híbridos H-28, H-30 y H-32, determinó los efectos de la crusa recíproca y la crusa directa no encontrando 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-34E)* y para la crusa simple hembra H-32.

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

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

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

Doxtator y Johnson (citados por Sprague, 1955) registraron diferencias altamente significativas en el rendimiento en las cruces dobles formadas de diferentes cruces simples provenientes de 4 líneas endogámicas.

El orden inverso del H-137, adicionalmente favorece el manejo de fechas de siembra para aislar lotes de producción de semillas, algo difícil de conseguir en la Mesa Central, por la predominancia del monocultivo (Tadeo y Carballo, 1991).

Abreu et al (1983) al estudiar la capacidad de combinación de 19 líneas que habían mostrado buena ACG, determinaron que 7 de las combinaciones híbridas obtenidas resultaron significativamente superiores, por lo que las líneas que intervinieron como progenitoras demostraron poseer elevada capacidad de combinación.

En Sao Paulo Brasil 8 variedades de maíz con gran diversidad genética fueron evaluadas en cruza dialécticas para medir su potencial, concluyendo que buenos híbridos dobles pueden ser esperados de las mismas variedades al obtener líneas que en cruzamientos resulten en combinaciones híbridas altamente productivas (Martins et al, 1987).

Una disyuntiva para solucionar el inconveniente de asincronía en el H-137 es la combinación alternativa (M37 x M18) x (M36 x M17), la cual tiene un diferencial a floración de únicamente un día: 93 y 94 días entre progenitor masculino y progenitor femenino respectivamente (Tadeo, 1991).

Espinosa y Tadeo (1992) sintetizan los alcances obtenidos en las investigaciones del híbrido cruza doble H-137 al explicar que la buena capacidad de producción de las cruza simples recíprocas es muy similar 9 199 kg/ha y 9 486 kg/ha, lo que hace factible y redituable el establecimiento de planes de producción de semilla del híbrido cruza doble, eliminando el problema de asincronía y elevando considerablemente la tasa de multiplicación, el cual es un aspecto deseable en cualquier híbrido.

2.3 RENDIMIENTO EN HIBRIDOS DOBLES

2.3.1 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

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 bioquímicas y estructuras morfológicas bajo la acción de las fuerzas ambientales y con la participación voluntaria o involuntaria del hombre.

El rendimiento básicamente está determinado por la acción de numerosos genes, muchos de los cuales afectan a procesos vitales dentro de la planta, como la nutrición, la fotosíntesis, la transpiración, la translocación y el almacenamiento de los principios nutritivos (Poethman, 1987).

Espinosa (1985) considera como componentes de rendimiento a 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. Asimismo agrega que por su importancia a estos componentes se les ha evaluado su mecanismo hereditario, el grado de heterosis existente entre los híbridos, así como su influencia en el rendimiento y el grado de asociación que tienen entre sí.

Baldovinos (citado por Arellano, 1990) apunta que el rendimiento es determinado por la combinación compensada de factores que obran conjuntamente.

Tanaka y Yamaguchi (1984) explican que los híbridos son mejores en producción que las líneas parentales de las que proceden, debido a características de la planta que están asociadas con su aptitud para el rendimiento.

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

COMPONENTES DE RENDIMIENTO EN MAIZ

RENDIMIENTO/M²	PLANTAS/M²	MAZORCAS/M² GRANOS/M² PESO DE MAZORCA/M² PESO DE GRANO/M²
----------------------------------	------------------------------	--

NUMERO DE GRANOS	MAZORCAS/PLANTA LONGITUD DE MAZORCA DIAM. DE MAZORCA NUMERO DE HILERAS
-------------------------	---

RENDIMIENTO/PLANTA

PESO DE GRANO	TASA DE LLENADO DE GRANO PERIODO DE LLENADO DE GRANO TASA DE TRANSLOCACION DE FOTOSINTATOS EFICIENCIA FOTOSINTETICA DEL AREA FOLIAR DURACION DE AREA FOLIAR RELACION GRANO / OLOTE RELACION M.S. / HUMEDAD
----------------------	---

Al comparar variedades comerciales en Okkaido, Japón (Tanaka y Yamaguchi, 1984) determinaron que el número de granos por unidad de área sembrada, o sea la demanda fisiológica, es el factor clave que controla la diferencia varietal en la aptitud para el rendimiento. Además reiteran que el rendimiento en grano y varias otras características de una variedad están influenciadas por las prácticas culturales.

Para Khana et al (mencionados por Sierra, 1983) los componentes de rendimiento esenciales son:

- 1) Número de mazorcas/planta
- 2) Número de granos/mazorca
- 3) Peso de grano

2.3.2 ACG Y ACE

Carballo (1989) define:

Aptitud Combinatoria.- es el comportamiento relativo de las líneas o variedades usadas como progenitores.

Aptitud Combinatoria General.- se mide por el promedio de rendimiento de una línea apareada con varias otras o en prueba de mestizos.

Aptitud Combinatoria Especifica.- se mide por el rendimiento de un híbrido determinado y se refiere a sus dos progenitores exclusivamente.

Vega y Bejarano (citados por Abreu, 1983) mencionan que en la producción de híbridos de maíz, las fases que presentan mayor complejidad e importancia son: la determinación de la Aptitud Combinatoria General (ACG), y la elección de las mejores combinaciones híbridas o Aptitud Combinatoria Especifica (ACE). Aún cuando se han introducido algunas variantes, el procedimiento de la doble evaluación, primero ACG y luego ACE, es todavía de amplio uso.

Poelhman (1987) por su parte define ACG como: el comportamiento promedio o general de una línea genética en una serie de cruzas, y 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.

Márquez (1988) señala que al cruzar las líneas con un probador; la finalidad es determinar la ACG de las líneas mediante la prueba de rendimiento de dichas cruzas probadoras.

Reyes (1990) sostiene que en la formación de líneas autofecundadas es necesario considerar dos procesos:

1. *La formación de las líneas por medio de autofecundaciones sucesivas y la aplicación de los principios de la selección visual y la selección individual.*

2. *Evaluación de las líneas y su comportamiento en cruas, es decir, estudiar y evaluar en cada línea la Aptitud Combinatoria General (ACG) y la Específica (ACE). Esto se obtiene de los ensayos de rendimiento diseñados expreso.*

Abreu et al citando a Brown (1983) mencionan la clasificación de las líneas en base a su aptitud combinatoria general en alta, intermedia y baja capacidad de combinación.

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 los cruces (alta x alta) y (alta x baja), por lo que las posibles diferencias dependen de la magnitud de su habilidad combinatoria específica (Abreu et al, 1983).

2.3.3 PREDICCIONES DEL RENDIMIENTO

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 (Poethman, 1987).

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 cruz doble se requieren de 7 campos aislados, desespigamiento oportuno, manejo de líneas progenitoras de las cruzas simples y de la semilla de la cruz doble, desde la siembra hasta su comercialización (Reyes, 1990).

Por lo mencionado anteriormente, obviamente que es muy deseable determinar procedimientos para estimar las combinaciones híbridas más prometedoras.

Jenkins (1934) (citado por Queme, 1988) reportó 4 métodos de estimar el rendimiento en cruzas dobles a partir de datos de cruzas simples y mestizos, los 4 procedimientos consistían en comparar los rendimientos medios de:

- a) *Las 6 posibles cruzas simples entre las 4 líneas progenitoras.*

- b) El promedio de las 4 cruzas simples no parentales.
- c) El promedio de 4 líneas parentales sobre todas las otras combinaciones de cruzas simples.
- d) El promedio de los mestizos de 4 líneas parentales.

Según Jenkins (1978) desde el punto de vista genético, las estimaciones del método b) deben ser las más confiables y argumenta que "En cualquier crusa doble, los genes de las 4 líneas parentales están unidos solamente con alelos de las 2 líneas que enlazan la crusa doble desde el progenitor opuesto".

Queme (1988) citando a Sprague y Eberhart (1977) indica que los 4 métodos de predicción de Jenkins suponen acción genética aditiva, es decir, que un gene aportado por cualquier línea producirá su efecto característico independientemente del orden de apareamiento; por lo tanto si la combinación inter-loci no es aditiva, no existirá relación entre los valores predichos y los reales.

Por otra parte Queme (1988) agrega que el método que propone Jenkins al evaluar el promedio de las 4 cruzas simples no paternas, es decir, excluir las 2 cruzas simples progenitoras de la crusa doble, se caracteriza por reconocer los efectos no aditivos que se originan de la dominancia y varios tipos de epistasia.

Cockerman (1961) mostró la ventaja al seleccionar entre cruzas simples comparadas con triples y dobles para líneas desarrolladas de una población específica, sin considerar el tipo de acción genética expresada en las cruzas (Hallauer y Miranda, 1988).

Hallauer y Miranda (1988) mencionan los datos de Stubert et al (1973) que confirman la teoría genética y asientan que si únicamente el efecto aditivo genético es importante, se puede esperar que el avance en la selección es más grande en cruzas simples que entre cruzas dobles. Tanto como la relativa importancia de los efectos no aditivos [dominancia y epistasis] se incrementan, las ventajas relativas de selección entre cruzas simples son igualmente más grandes.

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 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.

Si los efectos de epistasis contribuyen a la heterosis expresada en una craza de 2 líneas, las cruzas simples son superiores a las triples y dobles porque la única combinación de epistasis en la craza simple es interrumpida en los gametos de los progenitores de la craza simple usados para producir las cruzas triples y dobles (Hallauer y Miranda, 1988).

Reddy (1987) realizó 45 cruzas de 10 líneas endogámicas prometedoras en todas las posibles combinaciones, exceptuando las recíprocas. Los rendimientos de 630 cruzas dobles y 360 cruzas triples entre las líneas fueron predichos partiendo de los rendimientos de las cruzas simples. La evaluación de una craza doble y una triple en varias ubicaciones confirmó la confiabilidad de las predicciones del rendimiento. Los resultados indican que el rendimiento de las mejores cruzas simples deriva de un grupo de líneas que pueden normalmente ser usadas para predecir cual de los mejores híbridos complejos (dobles y triples) parten de ellas.

Doxtator y Johnson (1936) Anderson (1938) Hayes, Murphy, et al (1943), y Hayes, Rinke, et al (1946) todos han reportado datos que indican buena concordancia entre las predicciones del método que consiste en calcular el promedio de las 4 cruzas simples no parentales del híbrido doble, y los actuales rendimientos de craza doble (Jenkins, 1978).

Robles (1986) concluye que en la formación de un híbrido doble se debe considerar que no se espera la expresión de un carácter si se permuta indiferentemente a las líneas que contendrá un híbrido doble con líneas puras de diferentes variedades.

2.4 EL HIBRIDO CRUZA DOBLE H-137

2.4.1 FORMACION DEL HIBRIDO Y SU PROBLEMATICA

Concebido en 1970 por los doctores Aquiles Carballo Carballo y Abel Muñoz Orozco, el híbrido de maíz cruzado doble H-137 fue desarrollado combinando materiales del programa de riego (rasa Chalqueño) y materiales del programa de temporal (rasa Cónico) (Espnosa y Tut, 1990).

El H-137 es un maíz de ciclo intermedio, derivado de una cruzada simple obtenida a través del mejoramiento para híbridos de riego en Valles Altos, cuya genealogía es: (CH-II-1488-2-2-IR-3B x Hgo. 4-5-4-2-IR-27) pero a estas líneas se les conoce comúnmente como M36 y M37 respectivamente. Esta cruzada simple fue ubicada por los fitomejoradores como cruzada simple hembra y tiene un rendimiento promedio de 6 113 kg/ha de semilla total. Como cruzada simple macho se designó a: (Mich. 21-comp. 1-27-a x Mich. 21-comp. 1-7-a), nombrándose convencionalmente M17 y M18 respectivamente, con una producción de 6 830 kg/ha de semilla (Espnosa y Tadeo, 1992).

Mayorquín (1979) argumenta que la mejor estrategia de producción de semilla, es la que conlleva la combinación de línea de riego x línea de temporal, y que esto se expresa en una alta productividad de la cruzada simple al utilizar materiales de base germoplásmica diferente.

La nomenclatura en forma comercial de este híbrido quedó definida como: (M36 x M37) x (M17 x M18) (Espínosa y Tut, 1990), aunque después de varios intentos de liberación la proposición fue rechazada [en 1976 y 1981], no obstante haber superado en producción a los demás genotipos de riego en Valles Altos [H-125, H-127, H-129, H-131] (Espínosa y Tadeo, 1992).

La objeción principal que sostenía la Productora Nacional de Semillas [PRONASE] para aceptar la liberación, era el diferencial a floración entre los progenitores del H-137, de 18 días aproximadamente.

Desde 1989 se empezaron a realizar investigaciones con la finalidad de generar tecnología para asegurar productividad y calidad en la producción de semillas de este híbrido.

Como resultado de estas investigaciones se reveló que al invertir el orden de crusa [crusa recíproca]* se reduce la asincronía a sólo 8 días, los cuales pueden reducirse aún más con la aplicación de fitohormonas, para lograr coincidencia y poder establecer siembras simultáneas entre sus dos progenitores (Espínosa y Tadeo, 1992).

* Orden de crusa recíproca (M17 x M18) x (M37 x M36). Se invirtió el orden directo, ubicándose a la crusa de temporal como hembra. Además en la crusa simple de riego, el mejor orden de crusa correspondió a la crusa inversa (Espínosa y Tut, 1990).

Para establecer siembras simultaneas se requiere conocer con exactitud la cantidad de surcos de cada progenitor que se va a sembrar para asegurar altos porcentajes de polinización, y buena producción de semilla, al respecto Espinosa y Cervantes (1991) sostienen que las mejores relaciones de surcos hembra-macho son 4:2 [7.2 ton/ha] y 6:2 [6.8 ton/ha]. Tut y Espinosa et (1990) complementan al sugerir la relación 4:2 si se siembra con maquinaria, si la siembra es en forma manual la relación debe ser 4:1.

En el verano de 1990, Espinosa midió la influencia de la fertilización y densidad de población sobre la producción de semilla del H-137. En base a los resultados obtenidos definió que ni la densidad de población ni los niveles de fertilización utilizados (160-70-00, 00-150-00, 300-00-00) modificaron la floración masculina y femenina significativamente. La densidad de población de 60 000 plantas/ha fue la que combinó alto rendimiento y calidad de semilla para ambos progenitores.

En 1984 Gutierrez en un estudio sobre la defoliación en las relaciones fuente-demanda en híbridos de maíz, concluye que el híbrido H-137E tiene mayor potencial productivo en relación al H-30 y al H-131, por su elevada área foliar, su alto peso de mazorca y su eficiente translocación de fotosintatos.

Finalmente en 1990 el híbrido H-137 fue inscrito en el Registro Nacional de Variedades de Plantas [RNVP] por el INIFAP (Espinosa y Tadeo 1992).

Además de las opciones antes mencionadas para lograr coincidencia en floración, sobresale el planteamiento de Tadeo (1991) de efectuar los cruzamientos alternativamente, es decir, realizar cruces entre todas las líneas que conforman el híbrido; por ejemplo la conformación (M37xM18) x (M36xM17) reduce el problema de asincronía a únicamente un día.

2.4.2 POTENCIAL PRODUCTIVO

En el estado de México, el maíz ocupa la mayor superficie cultivada con alrededor de 700 000 has sembradas. De las cuales actualmente se obtiene un rendimiento medio de 2.0 y 3.3 ton/ha (Arellano, 1992).

La superficie se ha clasificado en 3 estratos de producción de acuerdo a la variación de las condiciones ambientales en la entidad (Gómez, 1991).

1. Riego de alto rendimiento.
2. Temporal de alto rendimiento.
3. Temporal de bajo rendimiento.

En los Valles Altos (2 200 - a 600 msnm), más de 300 000 has cuentan con riego, no obstante se usa muy poco la semilla certificada (Espinosa y Tadeo 1992).

Espinosa y Carballo (1988) manifiestan que el H-137 supera a los híbridos de riego recomendados para Valles Altos [H-127, H-129, H-131, etc], y además es de ciclo intermedio [más precoz dentro de las tardías] lo que le da amplias perspectivas de uso comercial.

Evaluaciones efectuadas en el estado de México, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Hidalgo y Queretaro constatan las ventajas de este híbrido sobre otros híbridos o criollos. El H-137 alcanza un rendimiento promedio de 6 045 kg/ha y un máximo rendimiento experimental de 11 058 kg/ha. Se adapta a alturas de 2 200 a 2 600 msnm. Además puede usarse como forraje y de doble propósito (Espinosa y Tadeo 1992).

Vásquez et al (1991) complementan la información en torno a este híbrido con un ensayo de la evaluación física, química y tortillera de este material. Puntualizan que el H-137 fue ligeramente superior al H-34 con el que se le comparó en rendimiento promedio nixtamal-masa-tortillas con valores de 1.7 : 1.4 respectivamente. Concluyen que tiene un peso hectolítrico alto ($x = 77.4$ kg/hl), sus semillas son de mayor tamaño que sus progenitores pero con un menor contenido de aceite y proteínas. Finalmente asientan que con este maíz se elaboran tortillas de color blanco y con buenas características sensoriales.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION

Este trabajo fue realizado durante el ciclo primavera/verano de 1991 en los campos experimentales de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, la cual está ubicada en el municipio de Cuautitlán Izcalli, sus coordenadas geográficas son el paralelo $19^{\circ} 39'.0$ de latitud norte y el meridiano $99^{\circ} 12'.4$ de longitud occidental y está situada a una altura de 2 270 msnm.

3.2 CONDICIONES AMBIENTALES

El clima de la zona es templado húmedo, con una temperatura media anual de entre 12 y 18°C . De acuerdo con Enriqueta García (1973) queda definido como $C(w_0)(w)b(1'')$; por su temperatura se ubica como templado con verano fresco largo, con una temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C y el mes más caliente superior a 6.5°C ; por su precipitación como el más seco de los subhúmedos con un promedio de 605 mm de precipitación anual, con una probabilidad de 45% de que se presente esta cantidad de lluvia; y por su oscilación térmica se define como con poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales, entre 5 y 7°C de variación.

3.3 CONDICIONES EDAFICAS

Los suelos predominantes en el área quedan definidos como vertisoles pélicos, de acuerdo al sistema de clasificación FAO-DETNAL (S.P.P., 1981) (citado por de la Teja, 1982) 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 (1982), señala que estos suelos presentan dificultad al laboreo por su adhesividad y plasticidad cuando se humedecen y por su dureza cuando permanecen secos.

3.4 MATERIAL GENETICO

Se evaluó el híbrido de maíz H-137 cruce doble bajo cinco ordenes diferentes de combinación de sus progenitores, y dos cruces de tres líneas, a saber:

- 1) (M36 x M37) x (M17 x M18) crucea original
- 2) (M37 x M18) x (M36 x M17) crucea alternativa
- 3) (M17 x M18) x (M36 x M37) crucea recíproca
- 4) (M36 x M17) x (M37 x M18) crucea alternativa
- 5) (M36 x M18) x (M37 x M17) crucea alternativa
- 6) (M17 x M18) x M36 crucea trilineal
- 7) (M17 x M18) x M37 crucea trilineal

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se estableció un ensayo bloques al azar con 7 repeticiones. La parcela experimental contó de 4 surcos de 5 m de longitud por 0.92 m de ancho. La parcela util la constituyeron los dos surcos centrales. La densidad de población fue de aproximadamente 60 000 plantas por hectárea.

3.5.1 ANALISIS ESTADISTICO

Comprendió un análisis de varianaa y una prueba de comparación de medias por el método de Tukey [diferencia mínima significativa honesta], de cada uno de los componentes de rendimiento evaluados.

3.6 MANEJO AGRONOMICO

3.6.1 SIEMBRA

Esta se realizó en forma manual el 9 de mayo de 1991, a una distancia de 50 cm entre mata y mata, depositando 4 semillas por golpe. El 29 de mayo se resebró en las parcelas que no tenían buena densidad de población.

3.6.2 RIEGOS

Se aplicó un riego de auxilio el 24 de mayo para favorecer la germinación.

3.6.3 CONTROL DE MALEZA

Se realizaron deshierbes manuales por repetición para mantener el cultivo libre de malas hierbas durante el mes de junio y principios de julio, además se aplicó hterbamina a razón de 1 lt/ha con 2kg de gesaprim 50 el 14 de junio. Una segunda aplicación se efectuó el 4 de julio con una dosis de 1.5 lt/ha de hterbamina + 2.5 kg/ha de gesaprim 50, debido a que las constantes lluvias evitaban que el producto controlara la maleza.

3.6.4 FERTILIZACION

Se efectuó junto con la escarda con una dosis de 150-00-00; destinando urea como fuente de nitrógeno. La escarda se realizó en forma manual a causa de las condiciones de excesiva humedad en el terreno. Esta labor se hizo por repetición comenzando el 20 de julio y terminando el 29 del mismo mes. Además se aclaró a 3 plantas por mata.

3.5.5 COSECHA

Se realizó en forma manual a los 170 días del ciclo agrícola, el 26 de octubre de 1991.

3.7 COMPONENTES DE RENDIMIENTO EVALUADOS

- DIAS A FLORACION MASCULINA: *Se consideró el número de días transcurridos desde la fecha de siembra en suelo húmedo, hasta el momento en que se inició la emisión de polen en el 50% de las plantas.*

- DIAS A FLORACION FEMENINA: *Se consideró el número de días transcurridos desde la fecha de siembra en suelo húmedo, hasta el momento en que aparecieron los filamentos de las mazorcas en el 50% de las plantas.*

- ALTURA DE PLANTA: *Se midió la longitud en cm desde el punto de inserción de las raíces hasta la base de la espiga. Tomándose el promedio de 10 plantas al azar de cada parcela experimental.*

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

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

- **DIAMETRO DE MAZORCA:** *Se determinó midiendo la parte central de la mazorca con granos con un calibrador. Tomando el promedio de 5 mazorcas.*

- **DIAMETRO DE OLOTE:** *Se obtuvo desgranando la mazorca y midiéndola por 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 de hilera de 5 mazorcas, contados desde la base hasta el ápice de la mazorca.*

- **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 modelo Steinline 400 G.*

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

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

- **PESO VOLUMETRICO:** *Se consideró el peso de los granos que podía contener un determinador volumétrico de 125 ml de capacidad, después se multiplicó por 8 para tener la relación a 1 lt. Previamente se pasaron los granos por un homogenizador tipo boerner.*
- **PESO DE 200 GRANOS:** *Se contaron 200 granos por parcela experimental previamente homogenizados, y luego se pesaron.*
- **TAMANO DE GRANO:** *Se pesó una muestra de grano de 500 g por parcela experimental previamente homogenizado, y se procedió a cribarlo en zarandas de 8 y 7, después se estimaron 3 clases de tamaños: los que fueron mayores de 8 se consideraron como granos grandes; los menores de 8 y mayores de 7 se designaron granos medianos ; y los menores de 7 como granos de tamaño pequeño. Después se procedió a calcular el porcentaje de cada clase de tamaño.*

- RENDIMIENTO: Se evaluó en kg/ha mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{(PC \times \% MS \times \% G \times FC)}{8\ 600}$$

Donde:

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

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

% G = Porcentaje de grano de la relación grano olate.

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

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

IV. RESULTADOS

4.1 ANALISIS DE VARIANZA

Partiendo de los resultados obtenidos del análisis de varianza se elaboró el Cuadro 1, donde se observa que entre tratamientos las diferencias no son significativas para la mayor parte de las variables estudiadas, solamente se registraron diferencias altamente significativas para días a floración femenina, diámetro de mazorca, % de grano grande, % de grano pequeño y diferencias significativas para floración masculina y para peso de 200 granos.

Para bloques o repeticiones se tuvieron diferencias estadísticas en 7 de las variables estudiadas (Cuadro 1). Fueron altamente significativas las diferencias para rendimiento total de grano, % de materia seca, % de grano, altura de mazorca, días a floración masculina, días a floración femenina y diámetro de olate.

El coeficiente de variación para rendimiento total de grano fue de 23%, para las demás variables evaluadas fluctuó entre 1 y 43%.

Cuadro 1. Cuadrados medios significancia estadística y coeficientes de variación en los componentes de rendimiento evaluados del híbrido de maíz H-137.

Componente de rendimiento	Suma de cuadrados medios		C. V.
	Tratamiento	Repetición	(%)
Rendimiento total de grano	1916137.67	6332759.59**	23.53
% de materia seca	22.266	119.803**	9.95
% de grano	4.308	16.956**	2.39
Altura de planta	952.081	3043.367	17.06
Altura de mazorca	113.115	324.401**	4.81
Días a floración masculina	8.993*	23.650**	2.08
Días a floración femenina	5.850**	11.845**	1.31
No. de hileras/mazorca	1.961	0.876	7.55
No. de granos/hilera	4.697	1.824	7.17
Longitud de mazorca	0.665	0.849	6.55
Díametro de mazorca	0.193**	0.089	4.62
Díametro de clote	0.022	0.078**	5.72
Peso de 200 granos	121.546**	66.698	11.99
Peso volumétrico	628.266	904.048	3.05
% de grano grande	471.235**	138.155	30.79
% de grano mediano	71.158	39.147	15.95
% de grano pequeño	371.004**	53.948	42.66

** Altamente significativo (0.01)

* significativo (0.05)

No significativo (sin asterisco).

4.2 PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS

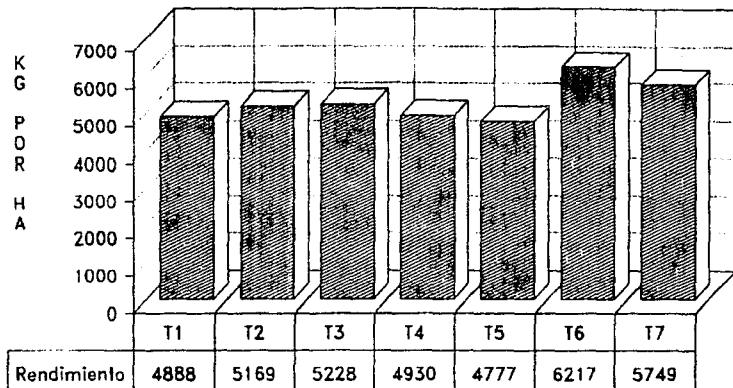
Para rendimiento total de grano, en la Figura 1 se exponen los resultados de la prueba de comparación de medias en los 7 tratamientos estudiados, se observa que ningún tratamiento presenta diferencias significativas estadísticamente, aunque numéricamente las combinaciones trilineales tuvieron una expresión de rendimiento final más alta que las demás combinaciones.

De todas las combinaciones no trilineales que forman al híbrido H-137, la que mayor rendimiento alcanzó fue $(M17 \times M18) \times (M36 \times M37)$ con 5 228 kg/ha que corresponde a la cruce recíproca del H-137 [Figura 1].

La combinación original $(M36 \times M37) \times (M17 \times M18)$ numéricamente resultó de las más bajas en rendimiento (4 888 kg/ha), sólo superando numéricamente a $(M36 \times M18) \times (M37 \times M17)$ con (4 777.2 kg/ha) [Figura 1].

Se aprecia que las combinaciones no trilineales mostraron un comportamiento muy similar para rendimiento final, pues la mayor diferencia numérica entre ellas es de un 9 %. La mayor diferencia entre la combinación original $(M36 \times M37) \times (M17 \times M18)$ respecto a las demás combinaciones no trilineales es de 7% con 4 888 kg/ha por 5 228 kg/ha de $(M17 \times M18) \times (M36 \times M37)$.

Figura 1. Comparación de medias del Rendimiento total de grano en los tratamientos estudiados.



 Rendimiento

T1 (M36xM37) x (M17xM18)

T2 (M37xM18) x (M36xM17)

T3 (M17xM18) x (M36xM37)

T4 (M36xM17) x (M37xM18)

T5 (M36xM18) x (M37xM17)

T6 (M17xM18) x M36

T7 (M17xM18) x M37

Ningun tratamiento es significativamente diferente estadisticamente. Tukey (0.05)

Para el componente de rendimiento materia seca ningún tratamiento presenta diferencias significativas estadísticamente [Figura 2a]. Se advierte gran homogeneidad entre todas las combinaciones, la mayor diferencia numérica es entre $(M17 \times M18) \times M36$ y $(M36 \times M37) \times (M17 \times M18)$ con un 9%.

En la Figura 2a se presentan los valores de las medias para % de grano destacando $(M36 \times M37) \times (M17 \times M18)$ con el porcentaje más alto, aunque ninguno es significativamente diferente. Esta variable es una de las pocas donde la combinación original del híbrido H-137 supera a todas las demás combinaciones, incluyendo a las trilineales. La mayor diferencia entre todas las combinaciones solo es de 2% de $(M36 \times M37) \times (M17 \times M18)$ y $(M36 \times M17) \times (M37 \times M18)$ respecto a $(M37 \times M18) \times (M36 \times M17)$.

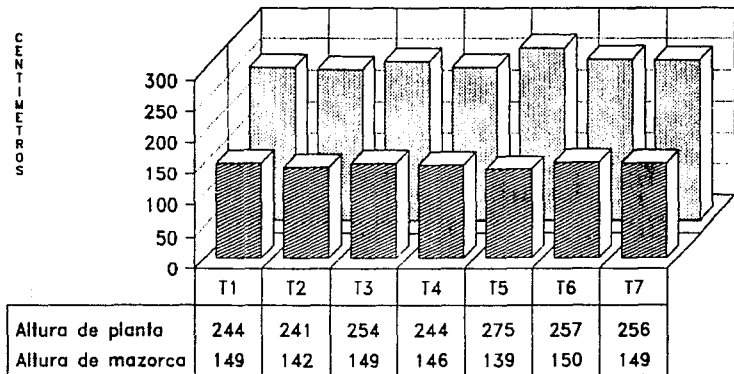
Los valores de las medias de altura de planta y altura de mazorca se exponen en la figura 2. Para altura de planta ningún tratamiento tiene diferencias significativas estadísticamente; numéricamente $(M36 \times M18) \times (M37 \times M17)$ se distingue por tener los valores más altos incluyendo a los trilineales, superando en 17 cm de altura a $(M17 \times M18) \times M36$ que es el segundo más alto. A su vez $(M36 \times M18) \times (M37 \times M17)$ obtuvo los valores más bajos para altura de mazorca de todos los tratamientos con una diferencia de 11 cm de altura menos que $(M17 \times M18) \times M36$ que fue el que expresó valores más altos [($M17 \times M18$) \times $M36$ fue la combinación más rendidora y $(M36 \times M18) \times (M37 \times M17)$ fue la menos productiva, véase figura 1].

Comparando las alturas de planta en los tratamientos (M36xM37) x (M17xM18); (M37xM18) x (M36xM17) y (M17xM18) x (M36xM37) se aprecia poca diferencia en altura, la mayor es en un 5.2% entre (M37xM18) x (M36xM17) y (M17xM18) x (M36xM37) [Figura 2]. Para altura de mazorca (M36xM37) x (M17xM18) [conformación original] y (M17xM18) x (M36xM37) [cruza recíproca] superan a (M37xM18) x (M36xM17) [combinación alternativa propuesta por Tadeo, 1991] sólo en un 5% [Figura 2].

La comparación de medias de días a floración masculina exhibe diferencias significativas estadísticas entre (M17xM18) x (M36xM37) respecto a (M36xM17) x (M37xM18) y a (M36xM18) x (M37xM17) [Figura 3a]. Esta diferencia es de 4% lo que equivale 4 días de floración más temprana de (M17xM18) x (M36xM37) respecto a (M36xM17) x (M37xM18) y (M36xM18) x (M37xM17). Las demás combinaciones no presentan diferencias significativas entre sí, numéricamente son muy homogéneas, pues la mayor diferencia es de (M36xM37) x (M17xM18) con 93 días contra (M17xM18) x M37 con 92 días.

En cuanto a días a floración femenina, la Figura 3a muestra las diferencias significativas que existen entre (M17xM18) x (M36xM37) respecto a (M36xM37) x (M17xM18); (M37xM18) x (M36xM17); (M36xM17) x (M37xM18) y (M36xM18) x (M37xM17). Es relevante destacar el comportamiento similar de (M17xM18) x (M36xM37) con las combinaciones trilineales con las cuales no tuvo diferencias significativas. En contraparte con las demás combinaciones alternativas llegó a

Figura 2. Comparacion de medias de altura de planta y altura de mazorca en los tratamientos estudiados.



Allura de mazorca
 Allura de planta

T1 (M36xM37) x (M17xM18)

T5 (M36xM18) x (M37xM17)

T2 (M37xM18) x (M36xM17)

T6 (M17xM18) x M36

T3 (M17xM18) x (M36xM37)

T7 (M17xM18) x M37

T4 (M36xM17) x (M37xM18)

Ningun tratamiento tiene diferencias significativas estadisticamente. Tukey 0.05

tener diferencias de 2 días de floración más precoz. Todas las demás combinaciones excepto las trilineales alcanzaron entre sí, valores muy semejantes.

La prueba de comparación de medias de longitud de mazorca [expresada en cm] señala diferencias mínimas entre los 7 ordenes de combinación incluyendo a los trilineales, es este componente de rendimiento el que más homogeneidad exhibe de todos los demás evaluados [Figura 3]. La mayor diferencia vuelve a ser entre $(M17 \times M18) \times M36$ y $(M36 \times M18) \times (M37 \times M17)$.

Las medias de número de hileras por mazorca no indican diferencias significativas para cada una de las combinaciones empleadas. Los valores van de 19 hileras [$(M17 \times M18) \times (M36 \times M37)$; $(M36 \times M18) \times (M37 \times M17)$ y $(M17 \times M18) \times M37$] a 17 hileras [$(M36 \times M17) \times (M37 \times M18)$]. Se advierte poca variación entre todos los tratamientos, inclusive $(M36 \times M18) \times (M37 \times M17)$ [cruza menos productiva] muestra un valor relativamente alto respecto a los demás con 18.6 hileras por mazorca [Figura 3].

En la Figura 3, donde se representan gráficamente los valores para número de granos/hilera no se observan diferencias significativas al 0.05% en la prueba de comparación de medias de Tukey. La mayor diferencia numérica es entre $(M36 \times M17) \times (M37 \times M18)$ con $(M36 \times M18) \times (M37 \times M17)$ en un 8%.

En el componente de rendimiento diámetro de olote no se detectó diferencia estadística para los tratamientos manejados,

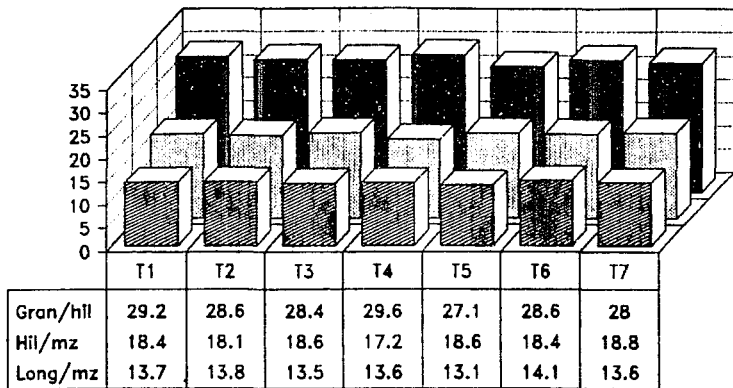
y la mayor diferencia numérica es baja, pues entre $(M37 \times M18) \times (M36 \times M17)$ y $(M36 \times M17) \times (M37 \times M18)$ [la mayor variación] existe una diferencia de 6% [Figura 4a].

Al comparar las medias de diámetro de mazorca de las diversas combinaciones se advierte diferencia estadística significativa entre la combinación $(M36 \times M37) \times (M17 \times M18)$ [H-137 en su estructura original] en relación a los tratamientos trilineales $(M17 \times M18) \times M36$; $(M17 \times M18) \times M37$ y a la combinación $(M17 \times M18) \times (M36 \times M37)$ [cruza recíproca] [Figura 4a]. Las otras combinaciones alternativas muestran valores intermedios y no presentan diferencias significativas ni con las cruces trilineales, que expresaron los más altos valores, ni con $(M36 \times M37) \times (M17 \times M18)$ que resultó con menor promedio de diámetro de mazorca.

La Figura 5a, representa gráficamente la prueba de comparación de medias para el componente peso de 200 granos. Si bien no se detectan diferencias significativas, sí se distingue un comportamiento muy similar del peso de 200 granos y el rendimiento final, al menos esto se reflejó en orden decreciente para los 4 primeros tratamientos más rendidores: $(M17 \times M18) \times M36$; $(M17 \times M18) \times M37$; $(M17 \times M18) \times (M36 \times M37)$ y $(M37 \times M18) \times (M36 \times M17)$ [Figura 7a]. La mayor diferencia numérica es de $(M17 \times M18) \times M36$ respecto a $(M36 \times M17) \times (M37 \times M18)$ con un 18%.

La combinación $(M36 \times M37) \times (M17 \times M18)$ [cruza original] numéricamente obtuvo los valores más altos para el componente

Figura 3. Comparacion de medias de longitud de mazorca, numero de hileras/ mazorca y numero de granos/hilera.



Long/mz



Hil/mz



Gran/hil

Ningun tratamiento tiene diferencias significativas estadisticamente. Tukey 0.05

T1 (M36xM37) x (M17xM18)

T2 (M37xM18) x (M36xM17)

T3 (M17xM18) x (M36xM37)

T4 (M36xM17) x (M37xM18)

T5 (M36xM18) x (M37xM17)

T6 (M17xM18) x M36

T7 (M17xM18) x M37

peso volumétrico, como se puede apreciar en la Figura 5a, pero estadísticamente no hubo diferencias significativas entre todas las combinaciones, incluyendo a las trilineales. La mayor diferencia de la crusa original (M36xM37) x (M17xM18) es con su crusa recíproca (M17xM18) x (M36xM37) con un 4% de peso más a favor de la crusa directa.

Finalmente la Figura 6a, esquematiza la comparación de medias del tamaño de grano. Para grano mediano no se aprecian diferencias significativas, numéricamente sobresale (M37xM18) x (M36xM17) con un 44.5% de grano mediano, el tratamiento con menor porcentaje de grano mediano es la crusa recíproca (M17xM18) x (M36xM37) con 34.8% de grano mediano. El tratamiento (M36xM18) x (M37xM17) [el menos rendidor] tiene diferencias significativas con (M36xM37) x (M17xM18); (M36xM17) x (M37xM18) y (M17xM18) x M37 en cuanto a tamaño de grano pequeño; (M36xM18) x (M37xM17) difiere en 23% más de grano pequeño que (M17xM18) x M37 que es la combinación con menor proporción de grano de este tamaño. Para tamaño de grano grande también se aprecian diferencias significativas entre (M17xM18) x M37 en relación con (M37xM18) x (M36xM17) y (M36xM18) x (M37xM17), la mayor diferencia es entre (M17xM18) x M37 y (M36xM18) x (M37xM17) con un 24% más de grano grande de la combinación trilineal.

V. DISCUSION

Del análisis de varianza obtenido en los componentes de rendimiento evaluados, se infiere que en general las variaciones registradas entre las combinaciones no son significativas estadísticamente, es decir, todos los tratamientos alcanzaron resultados similares, pues sólo en 6 de las variables evaluadas se detectaron diferencias para el factor de variación tratamientos. Para repeticiones se observaron diferencias para algunas variables, las cuales no en todos los casos coinciden con las que se presentaron en tratamientos [Cuadro 1], esto es completamente atribuible al manejo a que fue sometido el trabajo y conjuntamente al número de repeticiones que contó el diseño experimental.

El manejo agronómico que se efectuó no fue justamente el mismo en cuanto a calendarización de actividades para todas las repeticiones, no siendo así para tratamientos. Esto se debió a que las labores culturales de escarda y fertilización se realizaron en forma manual y no todas a la vez a consecuencia de las condiciones de excesiva humedad que prevalecieron la mayor parte del ciclo del cultivo. La mayor diferencia entre la escarda y fertilización realizada en la primera repetición y la última fue de 9 días. Aunque no es mucho tiempo, lo anterior es lo que probablemente contribuyó para que se detectaran diferencias significativas entre repeticiones en 7 de los componentes evaluados. Esto fue causado porque el fertilizante al hacer contacto rápidamente con la solución del suelo entró en disponibilidad más prontamente para las primeras

repeticiones que para las últimas, al tener 7 bloques o repeticiones se fue acumulando la variación, y entonces las plantas no tuvieron el mismo comportamiento fisiológico y esto pesó en los análisis de varianzas por repetición.

Según Duncan (1983) Las condiciones ambientales existentes durante el alargamiento del tallo en maíz ejercen una notoria influencia sobre la altura de la planta madura, el diámetro del tallo y también en cierto grado, el potencial de rendimiento. La temperatura y el fotoperíodo pueden influir sobre la altura del tallo al afectar la cantidad de entrenudos. Sin embargo, existen efectos más directos, como los que resultan de las variaciones en el nivel de humedad, nutrición, temperatura y cantidad y calidad de luz.

De acuerdo con el análisis estadístico en las principales variables que definen el comportamiento productivo de los ordenes de cruce del H-137, no se aprecian efectos adversos ni reducciones en rendimiento al aplicar el "CRIX CROSS". Aunque existen diferencias numéricas en capacidad productiva entre las 5 combinaciones que conforman al híbrido doble [incluyendo a la cruce original], estas son mínimas [Figura 1]. Lo cual confirma la conveniencia de utilizar la técnica del cruce de progenitores para eliminar diferenciales a floración entre progenitores de híbridos, al menos entre las cruces simples del H-137.

En la prueba de comparación de medias entre todas las combinaciones involucradas, como podría esperarse las cruzas trilineales mostraron una expresión de rendimiento total de grano más alta que las demás combinaciones de 4 líneas. Sin embargo, ninguna resultó diferente de las demás estadísticamente en la prueba de comparación de medias utilizando la diferencia mínima significativa de Tukey. Al respecto 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 genético, 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 en cruzar con 3 líneas y probablemente menos cuando intervienen 4 líneas en los híbridos, porque hay más recombinación y segregación de genes".

La similar capacidad productiva de las diferentes versiones del híbrido H-137, puede ser un punto importante para definir la mejor estrategia de producción de este híbrido, completando su tecnología de producción de semillas.

Profundizando más en el comportamiento exhibido por cada orden de cruce se observa que, aunque las diferencias no son significativas si existe una tendencia de algunos hacia rendimientos más altos, [cruzas trilineales] esto es atribuible 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).

Hasta este punto se han definido las principales diferencias que manifestaron las versiones estudiadas del híbrido H-137 por orden de cruce, que es uno de los objetivos planteados en este trabajo, considerando la capacidad productiva de cada una de las conformaciones utilizadas se debe aceptar la hipótesis propuesta que señala la similar capacidad productiva del híbrido H-137 independientemente del orden de cruzamiento.

Al respecto Rios (1989) trabajando con los híbridos H-129 y H-137 E,* realizó pruebas de productividad entre las cruas directas y reciprocas de cada híbrido y concluyó que las principales características agronómicas de los híbridos utilizados son significativamente iguales en las cruas directas como en las reciprocas.

En este sentido Espinosa y Tut (1990) demostraron que al invertir el orden de cruce del H-137, la cruce reciproca del híbrido, además de no presentar efectos adversos en productividad redujó su nivel de asincronía en sus progenitores en un margen de 9 días.

* En ese entonces todavía no se había liberado el H-137.

De los resultados finales de rendimiento destacan por su productividad las dos combinaciones trilineales (M17xM18) x M36 y (M17xM18) x M37; la crusa reciproca (M17xM18) x (M36xM37) y finalmente la crusa alternativa (M37xM18) x (M36xM17) propuesta por Tadeo (1991) por su bajo nivel de asincronia, durante el proceso de producción de semilla certificada.

Comparando las combinaciones reciproca y alternativa (M17xM18) x (M36xM37) y (M37xM18) x (M36xM17) respectivamente, se advierte una pequeña diferencia numerica [no significativa] en rendimiento de 1.13% en favor de (M17xM18) x (M36xM37). En la prueba de comparación de medias no se observan diferencias sobresalientes entre las características más importantes para las 2 combinaciones; éstas son prácticamente iguales [véanse Figuras 1 a Figura 7a], pues sólo en la variable floración femenina (M17xM18) x (M36xM37) es significativamente diferente a (M37xM18) x (M36xM17) [Figura 3a].

Sin bien existen pequeñas diferencias numericas entre (M17xM18) x (M36xM37) y (M37xM18) x (M36xM17), éstas no son argumento suficiente para excluir a la combinación alternativa (M37xM18) x (M36xM17), como posible orden de crusa para la producción de semilla comercial del híbrido H-137, sino por el contrario vienen a reafirmar a ésta combinación como la opción más conveniente considerando su asincronia en floración, su productividad y calidad de semilla, sobre todo por la importancia actual de incrementar semilla de calidad al menor costo posible.

También es importante señalar la ventaja que representa esta combinación alternativa (M37xM18) x (M36xM17), al tener ubicada como hembra en su cruce simple hembra a la línea M37, la cual es el progenitor con mayor producción de semilla comercial [5 404 kg/ha], lo que es favorable ya que sobre ella se efectúa el incremento de semilla para categoría básica y registrada (Espínosa y Tadeo, 1992).

La producción del híbrido cruce doble H-137 bajo el orden de cruce inverso, tiene la desventaja que su producción implica el establecimiento de fechas de siembra escalonadas entre el progenitor femenino cruce simple (M17xM18) y el progenitor masculino (M36xM37), dado que existe un diferencial de 9 días en la floración de ambos progenitores (Espínosa y Tut, 1990) (Tadeo, 1991).

Además existe el inconveniente de que la mayor proporción de surcos, que corresponden a las hembras, deben ser sembrados 9 días después de la siembra del progenitor masculino, lo cual no es recomendable (CIMMYT, 1987) (citado por Tadeo, 1991).

La combinación original de este híbrido (M36xM37) x (M17xM18) quedaría descartada como opción viable de producción de semillas, pues además que fue de las menos rendidoras, numéricamente sólo superó a (M36xM18) x (M37xM17), su alto diferencial a floración entre sus progenitores la hace prácticamente incosteable, acorde con lo que señala Tadeo (1991).

Las combinaciones (M36xM17) x (M37xM18) y (M36xM18) x (M37xM17) por sus más bajos valores en capacidad de rendimiento, [Figura 1] y por sus diferenciales en floración, de 7 días para (M36xM17) x (M37xM18) y de 5 días para (M36xM18) x (M37xM17) [Cuadro 2a] no se consideran como una posible opción para conformar este híbrido.

Por lo que concierne a las combinaciones trilineales éstas numéricamente, mostraron diferencias en rendimiento que pudieran tomarse en cuenta, pues (M17xM18) x M36 que es la combinación más rendidora supera en 1 048 kg/ha a (M37xM18) x (M36xM17) [combinación alternativa propuesta] que viene siendo un 17% más de rendimiento. (M17xM18) x M37 es superior en rendimiento a (M37xM18) x (M36xM17) en 579 kg/ha que representa un 10% [Figura 1].

Si bien, considerando los objetivos de este trabajo, las combinaciones trilineales podrían ser otra opción en producción de semillas, debido a que los híbridos trilineales presentan ventajas en la producción de semillas, ya que son menos complicados que los dobles y es más sencillo mantener su calidad genética y evitar cambios en su comportamiento por la continua reproducción (Jugenhimer, 1981), no constituyen en sí el híbrido H-137.

Además el inconveniente que surge con éstas combinaciones trilineales es el diferencial a floración que exhiben sus cruza [cuadro 2a]. (M17xM18) x M36 presenta 12 días de diferencia y (M17xM18) x M37 manifiesta un diferencial de

asincronía de 11 días entre sus progenitores, lo cual prácticamente las excluye como una opción viable, pues estos diferenciales, como se ha mencionado, incrementarían considerablemente las labores culturales y los costos de producción, sobre todo tratándose en el proceso de producción de semilla certificada, que es el momento cuando se requiere mayor superficie para producir esta categoría.

Por lo anterior se aprecia que los superiores niveles de rendimiento que expresan las combinaciones trilineales quizá podrían considerarse como una posibilidad de implementar planes de producción de semilla para alguna de estas combinaciones, pero evaluándolas desde el punto de vista de híbridos trilineales, sobre todo considerando el corto diferencial en sus cruzas simples progenitoras que manifiesta $(M37 \times M18) \times (M36 \times M17)$, lo que le confiere ventajas sobre estas combinaciones.

De acuerdo con los objetivos trazados en esta investigación, se deriva que la combinación alternativa $(M37 \times M18) \times (M36 \times M17)$ es la opción más factible y redituable para el establecimiento de planes de producción de semilla de este híbrido.

En base a su nivel de asincronía de solamente un día (Tadeo, 1991) lo cual representa considerables ventajas prácticas durante el proceso de producción de semilla certificada, y tomando en cuenta su similar respuesta en productividad respecto a la cruzada recíproca, la combinación

alternativa (M37xM18) x (M36xM17), debería ser el orden de crusa utilizado para la producción comercial de este híbrido. De esta manera además de coadyuvar a mantener la calidad genética, los costos de producción son menores con las ventajas de la coincidencia y esto propicia una mayor redituabilidad para los productores de semilla.

VI. CONCLUSIONES

Finalmente basándose en los objetivos trazados y en los resultados experimentales obtenidos durante el trabajo de campo y el análisis de los componentes de rendimiento evaluados se derivan las siguientes conclusiones.

1. El intercambio de progenitores en el proceso de producción de semilla del híbrido H-137 no manifestó efecto significativo estadístico sobre su expresión de rendimiento de grano, teniéndose similar capacidad de rendimiento del maíz H-137 independientemente del orden de crusa utilizado.
2. Estadísticamente no hubo diferencias significativas en la mayoría de variables agronómicas evaluadas, por las diferentes combinaciones del H-137.
3. El orden de crusa original, el recíproco y la combinación alternativa propuesta a través del esquema "CRIX CROSS", es decir, $(M36 \times M37) \times (M17 \times M18)$; $(M17 \times M18) \times (M36 \times M37)$ y $(M37 \times M18) \times (M36 \times M17)$ respectivamente, no presentaron diferencias significativas en componentes de rendimiento.

4. *La producción de semilla certificada del híbrido H-137 bajo el orden de crusa alternativo (M37xM18) x (M36xM17) no implica el establecimiento de fechas de siembra escalonadas entre sus progenitores debido al corto diferencial en floración entre sus crusas progenitoras de un sólo día, caso contrario a la combinación original y a la combinación recíproca que presentan 18 y 9 días de asincronía respectivamente.*

5. *La combinación alternativa (M37xM18) x (M36xM17) por su corto periodo de asincronía en floración, por su respuesta en productividad y por su calidad de semilla podría ser el mejor orden de cruzamiento utilizado para la producción de semilla del híbrido de maíz H-137.*

6. *Las combinaciones trilineales (M17xM18) x M36 y (M17xM18) x M37 presentan rendimientos superiores al orden de crusa original, inverso y alternativo. La conformación trilineal representa genotipos diferentes al H-137 y dado que superan a este se consideran como una opción factible para mayor productividad de grano. Con respecto a la producción de semilla de los híbridos trilineales, esta debe ser evaluada en base a la asincronía que presentan sus progenitores, así como los diferentes aspectos que intervienen en este esquema.*

VII. BIBLIOGRAFIA

- ABREU F.,S. y J.GONZALEZ M. 1983. *Estimación de la capacidad de combinación de líneas seleccionadas de maíz en la obtención de híbridos promisorios.* Acad. Cien. Cuba, Inf. Cien.-Tec, 17 : 1-6.
- AIRY, M.J., L.A. TATUM. y J.W. SORENSON. 1986. *Producción de semilla híbrida de maíz y sorgo para grano.* En: *Semillas. The yearbook of Agriculture.* USDA.
- ALLARD, R.W. 1980. *Principios de la mejora genética en las plantas.* Ed. Omega. S.A. 4a. edición. Barcelona, España.
- ARAGON C.,F., F. MARQUEZ S. et al, 1990. *Heredabilidad del sincronismo en floración de maíz. Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Fitogenética SOMEFI.* Escuela Superior de Agricultura Hermanos Escobar. Cd. Juárez, Chih.
- ARELLANO V.,J.L. 1990. *Fisiotecnia. Apuntes de clase.* FESC. UNAM. [sin publicar] Cuautitlán Izcalli, Méx.
- ARELLANO V.,J.L. 1992. En: *Guía para cultivar maíz en el estado de México.* SARH. INIFAP. CEVAMEX.

ASTEINZA B.,G., F. SOLIS M. y A. ESPINOSA C. 1990. Efecto de la aplicación de gapal y ethrel en la floración masculina para producción de semilla del híbrido de maíz H-137. Resúmenes del XXIII Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI. Escuela Superior de Agricultura Hermanos Escobar. Cd. Juárez, Chih.

ASTEINZA B.,G. y A. ESPINOSA C. 1988. Efecto del acolchado con plásticos en los días a floración en maíz H-149E. Resúmenes del XII Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI. UACH. Chapingo, Méx.

BOLAROS, J. 1991. Marco conceptual sobre limitaciones fisiológicas y genéticas al rendimiento de maíz (*Zea mays* L.). Resúmenes de la XXXVII Reunión anual del PCCMCA. Panamá.

BOSCH, LL. et al, 1989. Synchronisation of flowering in maize (*Zea mays* L.) by the genetic system pg 11 pg 12. *Euphytica*. 41 : 1-2 129-134.

CARBALLO C.,A. y A. ESPINOSA C. 1988. Tecnología de producción de semillas de híbridos simples y trilineales de maíz de la zona Centro de México. INIFAP, SARH. Chapingo, Méx.

CARBALLO C.,A. 1989. Técnicas de Mejoramiento. Apuntes de la asignatura. FESC. UNAM. [sin publicar]. Cuauttlán Iscallí, Méx.

CURTIS D.,L. 1983. Algunos aspectos de la producción de semilla de (*Zea mays* L.) maíz en EUA. En: P.D. Hebblewaite. (ed.) Producción Moderna de Semillas. Ed. Hemisferio Sur.

DE la LOMA, J.L. 1982. Experimentación agrícola. Ed. UTEHA. S.A. México.

DE la TEJA A.O. 1982. Estudio de las características edáficas de los suelos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. FESC. UNAM. Departamento de Ciencias Agrícolas.

DUNCAN, 1983. En: Fisiología de los cultivos. Edigraf. S.A. México.

DUNGAN, G.H. y H.W. GAUSMAN. 1951. Clipping corn plants to delay their development. Agron. J. 43 : 90-93.

ENSWELLER, S.L. 1986. Procedimientos básicos en el mejoramiento de cultivos. En: Semillas. The yearbook of Agriculture. USDA.

ESPINOSA C.A. y A. CARBALLO C. 1988. Perspectivas de la utilización comercial del híbrido doble de maíz H-137E para Valles Altos. CIFAP. México. INIFAP. SARH. Toluca, Méx.

ESPINOSA C.,A. y M. TADEO R. 1988. Efecto del orden de cruzamiento en la producción de semillas de híbridos de maíz de temporal. Resúmenes del XII Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI. UACH. Chapingo, Méx.

ESPINOSA C.,A. 1990. Densidad de población y tratamientos fertilizantes para producción de semillas de un híbrido cruza doble de maíz. Resúmenes del XIII Seminario Panamericano de Semillas. FELAS. Guatemala, C.A.

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.

ESPINOSA C.,A y F.J. CERVANTES G. 1991. Relación hembra: macho en la producción de semilla de híbridos de maíz de Valles Altos de México. Resúmenes de la XXXVII Reunión anual del PCCMCA, Panamá.

ESPINOSA C.,A y M. TADEO R. 1991. Influencia de fertilización y densidad de población sobre la producción de semilla del híbrido doble de maíz H-137. Resúmenes de la XXXVII Reunión anual del PCCMCA. Panamá.

ESPINOSA C.A. y M. TADEO R. 1992. Tecnología para asegurar productividad y calidad en la producción de semillas de un híbrido doble de maíz. [sin publicar] CAEVAMEX. CIFAP SARH.

ESPINOZA P.N. 1985. Rendimiento de grano y componentes del rendimiento de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx.

EVANS, L.T. y F. WARDLAW. 1976. Aspectos comparativos de la Fisiología del rendimiento de grano en cereales. Adv. Agron. 28 : 301-359. (trad. J.L. Arellano V.).

GAMEZ V.,A.J. 1991. Semillas mejoradas disponibles de maíz en el estado de México, sus características y recomendaciones. En: Manual de diagnóstico para asesores técnicos PEPMA. SARH. INIFAP. Toluca, Méx.

GARCIA M.E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. UNAM. México.

GARDNER, E.J. 1982. Principios de genética. Ed. Limusa, S.A. México.

GARDNER, F.P., PEARCE, R.B. y MITCHELL, R.L. 1985. *Physiology of crop plants. The Iowa State University Press, Ames, Iowa.*

GOMEZ G.,J.L. 1988. *Floración, madurez fisiológica y periodo de llenado de grano en híbridos modernos en maíz de cruce simple de Valles Altos. Tesis de licenciatura. FESC. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Méx.*

GUTIERREZ H.,G. 1984. *Relaciones fuente-demanda mediante defoliación en los híbridos de maíz H-30, H-131 y H-137E. Tesis de licenciatura. FESC. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Méx.*

HALLAUER, A.R. y J.B. MIRANDA. 1988. *Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press/Ames.*

HERNANDEZ 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. FESC. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Méx.*

HERNANDEZ R.,N., BELLO B.,S. et al, 1990. *Causas fundamentales del intervalo de floración reducido en Tuxpeño-Sequia. Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI. Escuela Superior de Agricultura Hermanos Escobar. Cd. Juárez, Chih.*

JENKINS, M.T. 1978. Predicting hybrid performance. En: Maize breeding during the development of hybrid maize. Ed. Wiley Intescience. cap 2.

JUGENHEIMER, P.V. 1981. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Ed. Limusa. S.A. México.

MARQUEZ S.F. 1988. Genotecnia vegetal. Tomo I y II. AGT Editor. S.A. México.

MARTINS P.,L.A. et al, 1987. Evaluación de ocho variedades de maíz en cruzamientos dialélicos. Pesquisa agropecuaria brasileira 22 : 9-10 975-986.

MAYORQUIN L.,H. 1979. Efecto de dosis de germoplasma Tuxpeño en compuestos de maíz de las razas Cónico y Chalqueño. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx.

MONTECILLO T.,J.L. 1986. Uniformidad y vigor híbrido en los componentes de rendimiento en las cruces simples hembra y macho del híbrido H-30, al aumentar dos ciclos más de endogamia en sus líneas básicas. Tesis de Licenciatura. FESC. UNAM. Cuautitlán Izcallí, Mex.

PAVLOV, M. 1987. Use of inbred lines and sib crosses in producing hybrid grain of maize. *Informatsonnyl bulletin -po- kukuruze. no.6, 245-256.*

POELHMAN, J.M. 1987. *Mejoramiento genético de las cosechas.* Ed. Limusa Wiley. S.A. México.

QUEME L., J.L. 1988. *Determinación de la Aptitud Combinatoria General y la Aptitud Combinatoria Especifica para rendimiento de seis progenitores de híbridos de maíz en Guatemala. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx.*

REDDY, P.R. 1988. *A simple and rapid method of predicting the best double cross hybrids in maize (Zea mays L.)* *Maydica* 33 : 3 213-222.

REDDY, P.R. 1987. *Relationship of single crosses to double and three-way cross hybrids in maize (Zea mays L.) for yield.* *Genética Iberica* 39 : 1-2 117-129.

REYES C.,P. 1990. *El maíz y su cultivo.* AGT. Editor. S.A. México.

REYES C.,P. 1985. *Fitogenética, básica y aplicada.* AGT. Editor. S.A. México.

REYES C.,P. 1984. Diseño de experimentos aplicados. AGT. Editor. S.A. México.

RIOS R.,H.A. 1989. Efecto del orden de cruzamiento en el rendimiento y producción de semillas de híbridos de maíz (Zea mays L.) de riego de Valles Altos y la zona de transición Bajío - Valles Altos. Tesis de licenciatura. FESC. UNAM. Cuauttlán Ixcalli, Méx.

ROBLES S.,R. 1986. Genética elemental y fitomejoramiento práctico. Ed. Limusa. S.A. México.

SANCHEZ E.,A. 1988. Producción de semilla de maíz híbrido. En: Manual de Producción y Manejo de Semillas. PIFSV. SARH. Tamps.

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. ITESM. Monterrey, NL.

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. 1955. Corn and improvement. Ed. Academic Press. American Society Agronomy. vol.5.

- TADEO R.,M. y A. CARBALLO C. 1991. *Producción de semillas en híbridos de maíz con problemas de sincronía en la floración de sus progenitores.* En: *Agrociencia, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.*
- 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, A. y YAMAGUCHI, J. 1984. *Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz.* (trad. J. Kahashi Shibata.) *Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.*
- TUT y C.,C. y A. ESPINOSA C. 1990. *Efecto de diferente relación hembra : macho en la producción de semilla del híbrido de maíz H-137. Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI. Escuela Superior de Agricultura Hermanos Escobar. Cd. Juárez, Chih.*
- VASQUEZ C.,G.E., A. ESPINOSA C. y E. SEVILLA P. 1991. *Evaluación física, química y tortillera de los híbridos de maíz: H-34 y H-137. Resúmenes de la XXXVII Reunión anual del PCCMCA. Panamá.*
- VIRGEN V.,J. 1988. *Producción y Tecnología de Semillas. Apuntes de la asignatura .FESC. UNAM. [sin publicar]. Cuautitlán Iscalli, Méx.*

VIII. APENDICE

Cuadro 1a. Rendimientos obtenidos con el híbrido de maíz H-137 a través de diferentes años y localidades de evaluación en comparación con otras variedades.

Año	Localidad	Rendimiento promedio por variedad (kg/ha)				
		H-137	H-131	% VS H-131	% VS criollo	
1978	Tlaltenango, Pue.	8534	5905	109.5	4788	137.0
1978	Cocotitlán, Méx.	7170	6007	119.4	4201	170.0
1978	Juchitepec, Méx.	4833	3344	144.5	3227	149.0
1978	Chapingo, Méx.	11068	10003	110.5	----	100.0
1979	Juchitepec, Méx.	3757	2396	156.8	3169	118.5
1979	Chapingo, Méx.	5508	4494	124.8	2106	266.2
1979	Huejotzingo, Méx.	1945	1839	105.8	1170	109.9
1979	Nativitas, Tlax.	1085	112	988.7	745	145.6
1980	Chapingo, Méx.	8636	8296	104.1	5330	162.0
1980	Juchitepec, Méx.	7759	7698	100.8	6569	118.1
1980	Tepetitlán, Méx.	5266	5266	100.0	3068	171.6
1980	Acatlán, Hgo.	3036	4229	71.8	2754	110.2
1980	Tenango, Méx.	3032	2875	105.5	1579	192.0
1981	Chapingo, Méx.	8025	----	100.0	5014	160.0
1981	Puente Santana, Pue.	7970	8236	96.8	7049	113.0
1981	Tlacamilco, Pue.	6957	8461	82.2	5854	118.8
1981	Cruz Blanca, Ver.	3656	2987	122.3	2239	163.2
1981	Tenextepac, Ver.	8267	6602	127.1	6079	136.0
1981	Perote, Ver.	7634	5905	129.5	6882	110.8
1985	Cuautitlán, Méx.	7673	6471 ^M	----	----	----
		6045	5424	111.4	4022	150.3

^M H-139.

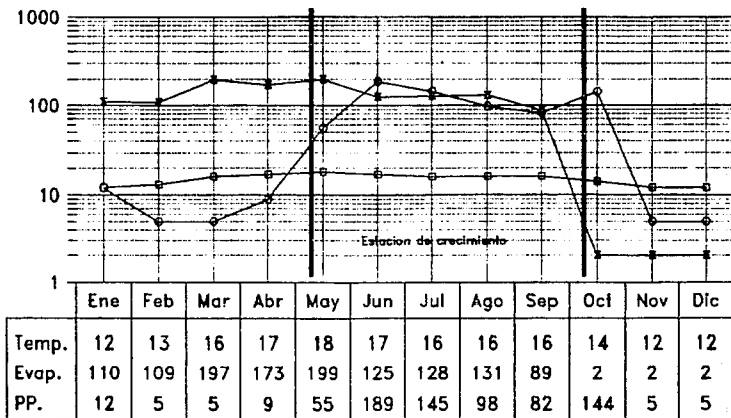
^{**} Fuente: A. Espinosa C. y M. Tadeo R. En: Tecnología para asegurar productividad y calidad en la producción de semillas de un híbrido doble de maíz. 1992 (sin publicar).

Cuadro 2a. Diferencial a floración entre los progenitores de los ordenes de cruzamiento estudiados

Combinaciones	Días de asincronía
T1 (M36xM37) x (M17xM18)	18
T2 (M37xM18) x (M36xM17)	1
T3 (M17xM18) x (M36xM37)	9
T4 (M36xM17) x (M37xM18)	7
T5 (M36xM18) x (M37xM17)	5
T6 (M17xM18) x M36	12
T7 (M17xM18) x M37	11

* Fuente: M. Tadeo B. En Producción de semillas de híbridos de maíz con problemas de sincronía en la floración de sus progenitores. 1994. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

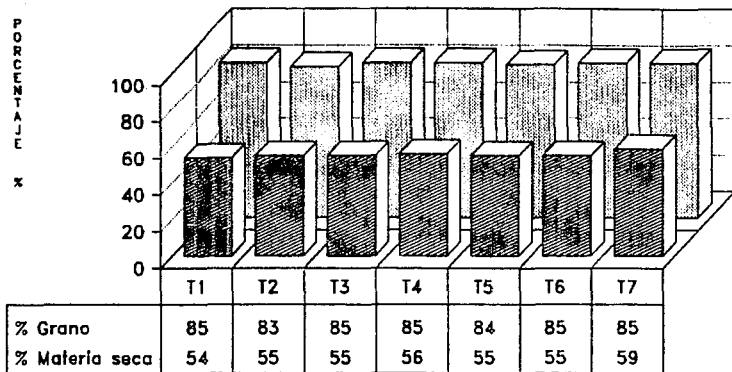
Figura 1a. Estacion de crecimiento
del híbrido de maíz H-137 en el ciclo
p/v de 1991 en Cuautlilan, Mex.



—○— PP. —■— Evap. —□— Temp.

Datos tomados de la estacion
meteorologica de la FESC. UNAM.

Figura 2a. Comparacion de medias de % de materia seca y % de grano en los tratamientos estudiados.



■ % Materia seca □ % Grano

Ningun tratamiento tiene diferencias significativas estadisticamente. Tukey 0.05

T1 (M36xM37) x (M17xM18)

T2 (M37xM18) x (M36xM17)

T3 (M17xM18) x (M36xM37)

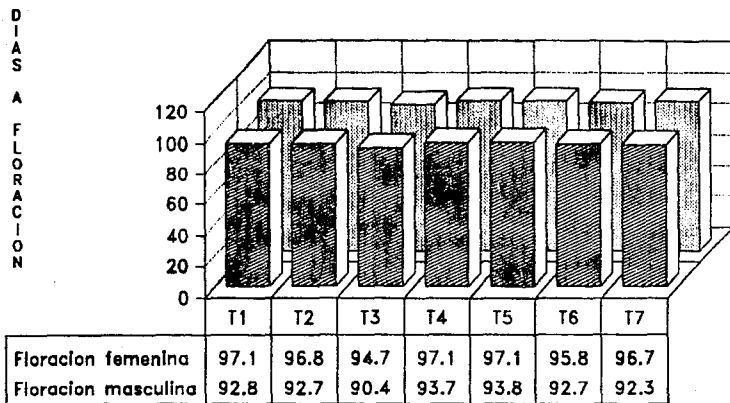
T4 (M36xM17) x (M37xM18)

T5 (M36xM18) x (M37xM17)

T6 (M17xM18) x M36

T7 (M17xM18) x M37

Figura 3a. Comparacion de medias de dias a floracion masculina y femenina en los tratamientos estudiados.



Floracion masculina
 Floracion femenina

T3 es significativamente diferente a T4 y a T5 en FM. T3 es significativamente diferente a T1, T2, T4 y T5 en FF. Tukey 0.05

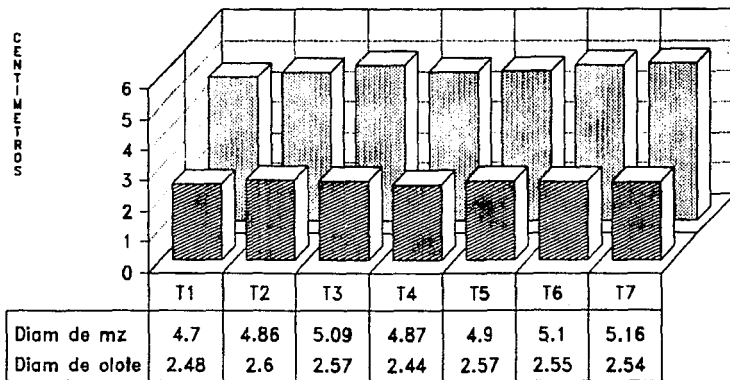
T1 (M36xM37) x (M17xM18) T5 (M36xM18) x (M37xM17)

T2 (M37xM18) x (M36xM17) T6 (M17xM18) x M56

T3 (M17xM18) x (M36xM37) T7 (M17xM18) x M57

T4 (M56xM17) x (M57xM18)

Figura 4a. Comparación de medias del
diámetro de olate y diámetro de mazorca
en los tratamientos estudiados



 Diam de olate
  Diam de mz

Para la variable DO no hay diferencia significativa. T1 es significativamente diferente a T3, T6 Y T7 en DM.Tukey 0.05

T1 (M56xM57) x (M17xM18)

T2 (M57xM18) x (M56xM17)

T5 (M17xM18) x (M56xM57)

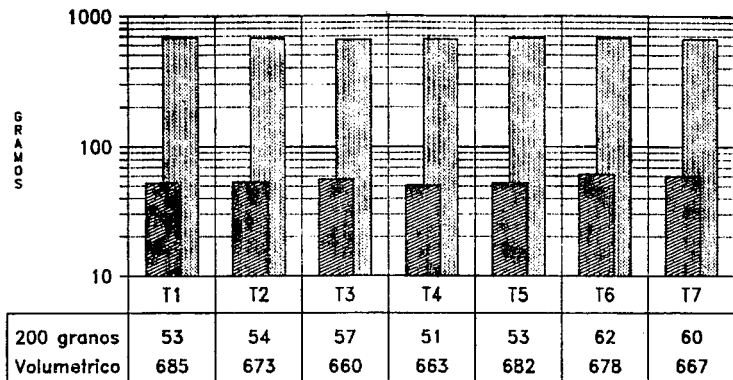
T6 (M56xM17) x (M57xM18)

T5 (M56xM18) x (M57xM17)

T6 (M17xM18) x M56

T7 (M17xM18) x M57

Figura 5a. Comparacion de medias de peso de 200 granos y peso volumetrico en los tratamientos estudiados.



200 granos
 Volumetrico

T1 (M36xM37) x (M17xM18)

T2 (M37xM18) x (M36xM17)

T3 (M17xM18) x (M36xM37)

T4 (M36xM17) x (M37xM18)

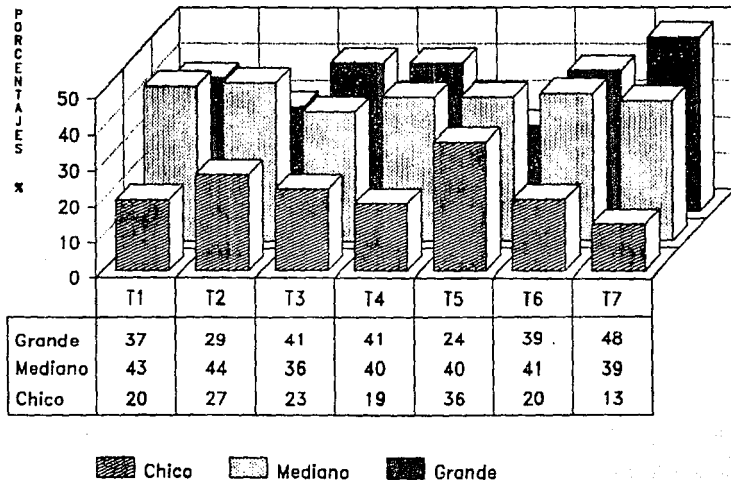
T5 (M36xM18) x (M37xM17)

T6 (M17xM18) x M36

T7 (M17xM18) x M37

Ningun tratamiento tiene diferencias significativas estadisticamente. Tukey 0.05

Figura 6a. Comparacion de medias de Tamaño de grano grande, mediano y chico en los tratamientos estudiados.



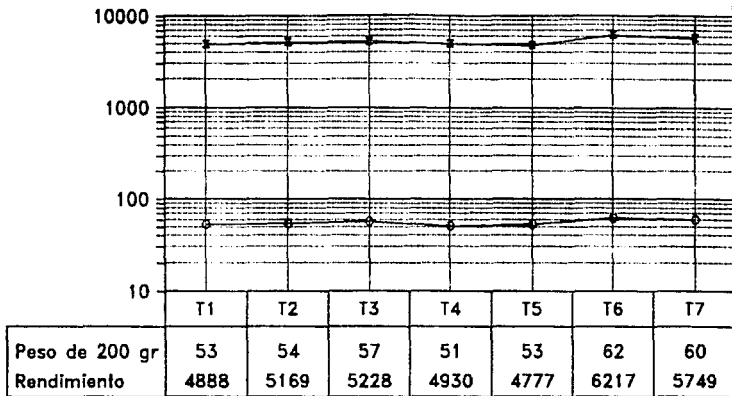
Para GM no hay diferencia significativa estadísticamente.

T4 y T7 para GC. Para GG T7 es diferente significativamente

T5 tiene diferencias significativas con T1,

con T2 y T5. Tukey 0.05

Figura 7a. Comportamiento del peso de 200 granos en relación al rendimiento final en los tratamientos estudiados.



—■— Rendimiento —○— Peso de 200 gr

Los 4 tratamientos más rendidores: T6, T7, T3 y T2 en orden decreciente revelan igual comportamiento para peso de 200 g.