



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**" APLICACION DE LA TECNICA CRISS CROSS EN  
DOS HIBRIDOS PUMAS DE MAIZ "**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA  
P R E S E N T A :  
SALVADOR BUENDIA SANCHEZ**

**ASESORES:**

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

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.**

**1997**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

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

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

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:  
"Aplicación de la técnica crías cross en los híbridos F1A de maíz"

que presenta el pasante: Salvador Buendía Sánchez  
con número de cuenta: 8620001-5 para obtener el TÍTULO de:  
Ingeniero Agrícola

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

A T E N T A M E N T E .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Mex., a 20 de Noviembre de 1996

PRESIDENTE	Ing. Hilda Carina Góes Villar	<i>Hilda Carina Góes Villar</i>
VOCAL	M. en C. Alejandro Espinosa Calderón	<i>Alejandro Espinosa Calderón</i>
SECRETARIO	Ing. Edgar Crnelas Díaz	<i>Edgar Crnelas Díaz</i>
PRIMER SUPLENTE	M. en C. Juan Virgen Vargas	<i>Juan Virgen Vargas</i>
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Miguel Bayardo Ferrá	<i>Miguel Bayardo Ferrá</i>

## **Amanecer**

Un amanecer comienza  
no cuando sale el sol,  
si no en el momento  
en que nacemos.

Somos como un guerrero  
vamos luchando por la vida  
y lograr superarnos

Tomando los triunfos,  
como una experiencia más  
y de los fracasos,  
Tomarlos como una experiencia  
y aprender de ellos,  
Luchando hasta el último  
día de nuestra vida

y sentirnos satisfechos  
hasta el último día  
de nuestra existencia

y no sentirnos fracasados  
si no un triunfador  
en las buenas y en las malas

**Autor: Salvador Buendía Sánchez**

## **DEDICATORIA.**

**Con cariño, respecto y agradecimiento a mi padre:**

**Sr. Lic. en Derecho.Salvador Buendía Rosas:**

**por el gran apoyo, confianza, educación y consejos que me dio en el camino de la vida para hacerme un hombre de bien.**

**Con amor, ternura a mi Madre:**

**Sra. enfermera. Guadalupe Sánchez de Buendía:**

**Por la fe, la confianza que me tiene y con quien con sus consejos, me ayudo a salir adelante en los momentos alegres y tristes, para ser alguien en la vida.**

**Con cariño, y a su memoria, por cuidarme muchos años a mi abuela:**

**Sra. Dolores Ortega de Sánchez:**

**A esa gran mujer quien me motivo a estudiar, ser un profesionista y querer al campo Mexicano, Donde quiera que su espíritu este, estoy muy agradecido con ella.**

**Con amor, respecto a mi abuelo:**

**Sr. Salvador Buendía Rosas.**

**Por sus consejos, cariño y se sienta orgulloso de tener a otro profesionista en su familia.**

**Con amor mis hermanos:**

**Carlos Octavio, Xóchitl,** que este trabajo los motive a titular muy pronto y seguir superándose.

**David,** a pesar de estar casado no te olvido y también te sirva de ejemplo a seguir estudiando y superarte para tener una profesión.

**Rafael,** aunque no hemos convivido mucho este trabajo sirva para motivarte a seguir estudiando.

**A mi cuñada:**

**Claudia Conde:** con cariño y sigas apoyando a mi hermano.

**A todos mis familiares, Tíos y Primos:**

**La familia Buendía y la familia Sánchez.**

**y a mi Creador:**

**Que más puedo decirte, también formaste parte de esta meta, y lo único que me queda es agradecértelo eternamente.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

**Al pueblo de México en especial al agro Mexicano y por haber nacido en un gran país tan maravilloso.**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México por haber abierto sus puertas y darme la oportunidad de tener una profesión.**

**A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por ser uno de sus estudiantes y proporcionado la realización del presente trabajo. y al Ingeniero Miguel Farfas por la oportuna preparación del terreno.**

**A la carrera de Ingeniería Agrícola por haber contribuido a la terminación, formación y al fortalecimiento del conocimiento del campo Mexicano.**

**A la M.C. Margarita Tadeo Robledo por brindarme la oportunidad de trabajar y realizar la tesis, por su apoyo para la terminación de la misma.**

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

**Gracias a ambos por su apoyo.**

**A los miembros del jurado:**

**Ing. Hilda Carina Gómez Villar.**

**M.C. Alejandro Espinosa Calderón.**

**Ing. Edgar Ornelas Díaz.**

**M.C. Juan Virgen Vargas.**

**Ing. Miguel Bayardo Parra.**

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

**A todos los maestros que contribuyeron a mi formación profesional durante mi estancia en la Facultad.**

**Al Ingeniero Gustavo Mercado Macera por haberme proporcionado los datos climatológicos de la FES-Cuautitlán.**

**Al Ingeniero Angel Piña del Valle por su ayuda en la interpretación de los resultados y los consejos para la terminación de este trabajo.**

**Al Ingeniero Edgar Ornelas Díaz por su sugerencias y comentarios desde el inicio de este trabajo.**

**A las futuras generaciones que vienen a tras de mi que este trabajo les sirva de estímulo para seguir estudiando y así apoyar el Agro Mexicano.**

**A todos mis amigos: de la generación 15ava:**

**Alberto Fuentes, Ezequiel Vilchis, Asunción Vázquez**

**Ana María Solano, Mateo Elizalde, Jaime González**

**René Juárez, Cuahutémoc Cano, Ramón Moreno**

**Julia Méndez, Alejandro Aguilar, Rosalinda Camacho**

**Antonio Garduño, Jaime Ruiz, Sandra González**

**Felipe Paulino, Amalia Martínez, Alfredo González**

**Juan Díaz, Luciana Váldez, Roberto Morales**

**Pablo Gutiérrez, Marco Bautista, Jorge Mendoza,**

**Noé Chávez, Félix Ramírez, Carlos Isaac Lucrecio**

**Karin Aguirre, Angélica Montalbo, Ricardo castilla,**

**Norma lucero, Gerardo Fernández, Alfonso Romero.**

**Amigos que hicieron la tesis al mismo tiempo:**

**Isidro Vázquez**

**Claudia Menera**

**Ana María Solano**

**Patricia y José Guadalupe.**

**Amigas y su familia de Guasave Sinaloa:**

**Irela Ruiz, Mirella Ruiz: a pesar de la distancia no las olvido.**

**A mi gran amigo, compañero y compadre:**

**Leonardo Nájera Martínez: que este trabajo te sirva para superarte y te de más entusiasmo para seguir superándote en la vida.**

**También a mis amigos: Alfredo de la Peña, Luis Santamaría, Beatriz Maya y especialmente al Ingeniero Rafael Martínez Mendoza por su amistad y apoyo incondicional en todo momento para no dejar la tesis inconclusa.**

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

# INDICE.

	Pag.
<b>Lista de cuadros, figuras y gráfica</b>	<b>i</b>
<b>I. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
<b>II. Revisión de literatura</b>	
2.1. Formación de híbridos de maíz	4
2.1.1. Antecedentes	4
2.1.2. Producción de híbridos de maíz	7
2.2. Tipos de híbridos	7
2.2.1. Híbridos de cruce simple	8
2.2.2. Híbridos de cruce trilineal	11
2.2.3. Híbridos de cruce doble	12

<b>2.3 Floración</b>	<b>15</b>
<b>2.3.1 Sincronía a floración</b>	<b>18</b>
<b>2.3.2 Orden de cruza y producción de semilla</b>	<b>23</b>
<b>2.4. Técnica "CRISS CROSS"</b>	<b>26</b>
<b>2.4.1. Evaluación de CRISS CROSS en H-137</b>	<b>29</b>
<b>III. Materiales y métodos.</b>	
<b>3.1. Localización</b>	<b>31</b>
<b>3.2. Condiciones ambientales</b>	<b>31</b>
<b>3.3. Condiciones edáficas</b>	<b>32</b>
<b>3.4. Material genético</b>	<b>32</b>
<b>3.5. Diseño experimental</b>	<b>32</b>
<b>3.6. Análisis estadístico</b>	<b>33</b>
<b>3.7. Manejo agronómico</b>	<b>33</b>
<b>3.7.1. Siembra</b>	<b>33</b>
<b>3.7.2. Riegos</b>	<b>33</b>
<b>3.7.3. Control de malezas</b>	<b>35</b>
<b>3.7.4. Fertilización</b>	<b>35</b>
<b>3.7.5. Cosecha</b>	<b>35</b>
<b>3.7.6. Estación de crecimiento</b>	<b>35</b>

<b>3.8. Parámetros a evaluar</b>	<b>38</b>
<b>3.8.1. Días a floración masculina</b>	<b>38</b>
<b>3.8.2. Días a floración femenina</b>	<b>38</b>
<b>3.8.3. Altura de planta</b>	<b>38</b>
<b>3.8.4. Altura de mazorca</b>	<b>39</b>
<b>3.8.5. Acame de tallo</b>	<b>39</b>
<b>3.8.6. Porcentaje de cuateo</b>	<b>39</b>
<b>3.8.7. Peso de campo</b>	<b>39</b>
<b>3.8.8. Calificación de mazorcas</b>	<b>40</b>
<b>3.8.9. Porcentaje de humedad</b>	<b>40</b>
<b>3.8.10. Porcentaje de materia seca</b>	<b>40</b>
<b>3.8.11. Longitud de mazorcas</b>	<b>41</b>
<b>3.8.12. Número de granos por hileras</b>	<b>41</b>
<b>3.8.13. Diámetro de mazorcas</b>	<b>41</b>
<b>3.8.14. Diámetro de olote</b>	<b>41</b>
<b>3.8.15. Peso de 200 granos</b>	<b>42</b>
<b>3.8.16. Porcentaje de grano</b>	<b>42</b>
<b>3.8.17. Peso volumétrico</b>	<b>42</b>
<b>3.8.18. Rendimiento</b>	<b>43</b>

<b>IV. Resultados</b>	
<b>4.1. Análisis de varianza</b>	<b>44</b>
<b>4.2. Comparación de medias</b>	<b>46</b>
<b>V. Discusión</b>	<b>60</b>
<b>VI. Conclusiones</b>	<b>68</b>
<b>VII. Bibliografía</b>	<b>69</b>

**LISTA DE CUADROS, FIGURAS Y GRAFICA.**

	<b>pag.</b>
<b>CUADROS</b>	
1. Tratamientos evaluados en el estudio de la técnica <b>CRISS CROSS</b>	34
2. Datos climáticos de la estación "Almaraz". Cuautitlán Izcalli, México. 1995	36
03. Cuadros medios, significancia estadística y coeficientes de variación del análisis de varianza de las variables estudiadas de los PUMA con la técnica <b>CRISS CROSS</b>	45
4. Comparación de medias (Tukey $p=0.05$ ) para las variables evaluadas, rendimiento, floración masculina, floración femenina, En híbridos de maíz formada mediante la técnica <b>CRISS CROSS</b> . Cuautitlán Izcalli, México 1995.	48

5. Comparación de medias (Tukey  $p=0.05$ ) para las variables evaluadas, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas buenas, mazorcas malas. En híbridos de maíz formadas mediante la técnica **CRISS CROSS**. Cuautitlán Izcalli, México 1995. 50
6. Comparación de medias (Tukey  $p=0.05$ ) para las variables evaluadas, acame, plantas cosechadas, peso volumétrico, cuateo en híbridos de maíz formadas mediante la técnica **CRISS CROSS**. Cuautitlán Izcalli, México 1995. 53
7. Comparación de medias (Tukey  $p=0.05$ ) Para las variables evaluadas, sanidad de mazorcas, sanidad de planta, peso de 200 granos, longitud de mazorcas. En híbridos de maíz formadas mediante la técnica **CRISS CROSS**. Cuautitlán Izcalli, México 1995. 55
8. Comparación de medias (Tukey  $p=0.05$ ) Para las variables evaluadas, hilera por mazorca, granos por hileras, diámetro de mazorca, diámetro de ote. En híbridos de maíz formadas mediante la técnica **CRISS CROSS**. Cuautitlán Izcalli, México 1995. 57
9. Comparación de medias (Tukey  $p=0.05$ ) Para las variables evaluadas, de granos por mazorca, porcentaje de materia seca. En híbridos de maíz formadas mediante la técnica **CRISS CROSS**. Cuautitlán Izcalli, México 1995. 59

## **FIGURAS.**

1. Conformación original del maíz H-137 (M36xM137)x(M17xM18)	28
2. Combinación de líneas participantes con la técnica CRISS CROSS maíz (M37)x(M18), (M36)x(M17)	28
3. El híbrido H-137 bajo la nueva conformación.	29
4. Comparación de medias de rendimiento de los híbridos de maíz evaluadas en la FES-Cuautitlán bajo CRISS CROSS.	61
5. Combinación de maíz con la técnica CRISS CROSS.	64
6. Combinación original de maíz.	65

## **GRAFICA.**

1. Gráfica de la estación de crecimiento.	37
---	----

## I. INTRODUCCION.

El maíz, es una especie cultivada por tradición en México, es la principal fuente de alimento en la dieta de los mexicanos, es por esto, que su cultivo se ha extendido tanto geográficamente y en lo que se refiere al número de variedades e híbridos que se han adaptado a las diferentes localidades proporcionando un alto rendimiento bajo condiciones óptimas distintas. Considerando el impacto preponderante que el maíz tiene en la dieta, resulta a todas luces fundamental para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria de México, por lo que es imprescindible sostener los niveles apropiados de producción y las reservas estratégicas que permitan asegurar la disponibilidad y el acceso de este producto especialmente en beneficio de las clases que menos tienen (Torres, 1992).

Los híbridos tienen una gran importancia, apoyándose en la tecnología moderna de producción ya que ofrecen uniformidad en la floración, altura de planta, madurez fisiológica, resistencia al acame, plagas y enfermedades, además de la posibilidad de una mayor producción de grano, otro aspecto importante dentro de las características de los híbridos es su ciclo vegetativo, (Martínez, 1994).

Los híbridos simples de maíz, poseen el mayor potencial de rendimiento, sin embargo ha sido difícil su utilización comercial, dada la baja productividad de las líneas progenitoras. Como una alternativa previa a los híbridos simples, se han generado híbridos dobles, para conciliar buena productividad de grano y al mismo tiempo, facilitar la producción de semilla, ya que es muy económico la producción de híbridos dobles

(Poethman, 1987).

En la multiplicación de semillas de híbridos es frecuente, que se presenten problemas de coincidencia a floración entre los progenitores, tal es el caso de los híbridos de maíz trilineales PUMA 1157 y PUMA 1159, los cuales presentan asincronía de 15 a 20 días entre sus progenitores, dependiendo de la época y localidad de siembra (Tadeo, 1991).

Existen diversos mecanismos para promover la sincronía a floración entre el progenitor femenino y masculino, sin embargo, la estrategia más usada en semiotecnia son las siembras diferenciales que se basan en el conocimiento previo del ciclo de floración de cada progenitor. La desventaja de las siembras escalonadas, es que ocasionan gasto económico y atención extra por la duplicación de labores de cultivos como son: riegos, control de malezas, plagas, escarda, etc. (Piña, 1992).

Tadeo (1991), propone emplear la técnica **CRISS CROSS**, que contempla la modificación en el cruce de progenitores con el fin de eliminar diferenciales a floración como se ha confirmado en las investigaciones con las líneas del híbrido H-137, para lograr completa coincidencia en floración.

Esta técnica, consiste en el intercambio de progenitores a fin de lograr el establecimiento de siembras simultáneas. Pudiéndose aplicar en varios tipos de híbridos: dobles, trilineales y simples (Espinosa y Tadeo, 1992).

En base a lo anterior se consideró la modificación del orden original de combinación de progenitores de los híbridos PUMA 1157 y PUMA 1159, generándose

como primera etapa de este trabajo cruzas simples, que fueron evaluadas contra los pumas originales con lo cual se proponen los siguientes objetivos:

### **1.1. OBJETIVOS.**

1. Evaluar la capacidad productiva de los híbridos Trilineales PUMA 1157 y PUMA 1159, bajo la técnica CRISS CROSS.

2. Comparar la productividad de los híbridos de maíz PUMA 1157 y PUMA 1159, bajo la técnica CRISS CROSS con respecto a los testigos comerciales de Valles Altos y a la zona de transición El Bajío-Valles Altos.

### **1.2. HIPOTESIS.**

1. Los híbridos simples generados bajo la técnica CRISS CROSS con las líneas progenitoras de los maíces PUMA 1157 y PUMA 1159, presentan rendimiento superiores a estos.

2. Combinaciones diferentes (cruzas simples) a la original propuestas para la multiplicación de los híbridos PUMA 1157 y PUMA 1159 facilitan la producción de semillas, ya que exhiben mayor rendimiento como progenitores y presentan mejor sincronía con respecto a la línea macho polinizadora.

## **II. REVISION DE LITERATURA.**

### **2.1. formación de híbridos de maíz.**

Después de tener las líneas progenitoras idóneas tanto masculino y femenino se procede a la formación de híbridos. Los híbridos más productivos provienen generalmente de cruzar las líneas autofecundadas más fuertes y más vigorosas (Poelhman, 1987).

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

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

Es posible formar varios tipos de híbridos, dependiendo del número y del ordenamiento de las líneas puras paternas. Los híbridos comprenden las cruzas simples, cruzas trilineales, y cruzas dobles (Jugenhermer, 1981; Márquez, 1988).

#### **2.1.1. Antecedentes.**

El origen del maíz se pierde en la antigüedad, la planta esta sumamente domesticada y no se podría reproducir por si misma sin ayuda del hombre. La mazorca

está constituida especialmente para producir un elevado rendimiento de grano bajo el cuidado del hombre. Sin embargo, el cultivo carece de un mecanismo satisfactorio para dispersar la semilla y tiene valor de sobrevivencia en la naturaleza. El maíz silvestre no ha sido encontrado por el hombre moderno, por lo tanto, nadie sabe cuando se origina esta importante planta, aunque se sabe que debe haber ocurrido hace miles de años. En recientes excavaciones arqueológicas y geológicas, mediciones de desintegración radioactiva de antiguas mazorcas encontradas en cuevas y bajo la ciudad de México, indican que la planta data de cuando menos hace 5 mil años (Jugehneimer, 1981).

Debido a la gran diversidad de formas nativas encontradas, se cree que el maíz pudo originarse en los Altiplanos de Perú, Bolivia, y Ecuador, otros investigadores piensan que el maíz se originó en el Sur de México y Centro América, debido principalmente a que este parece el hogar originario del *Euchlaena* y debido también a que existe gran diversidad de tipos. (Jugehneimer, 1981).

En 1909 se inicia propiamente la historia del maíz híbrido con las investigaciones de Murray y Shull (citados por Poelhman, 1987), cada uno propone un método para la producción de semilla híbrida de maíz.

Jenkins (1978) señala que la idea de los híbridos de maíz fue iniciada por Shull en 1909, donde propone tres pasos esenciales en su método de líneas puras de maíz:

- 1) Obtención de líneas homogéneas o cercanas a la homocigosis.
- 2) Prueba y selección de las líneas puras en todas las cruza simples posibles.
- 3) Utilización de las mejores cruza simples para la producción comercial.

El reducido vigor de las líneas y el bajo rendimiento de grano, fueron algunos de los problemas que hicieron que el método Shull se utilizará poco por los mejoradores.

Reye (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 las manifestaciones de 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 Donal F. Jones, sugiere la formación de híbridos dobles en la producción comercial de semillas mejoradas de maíz. La producción de cruza simples propuestas por Shull resulto escasa y costosa. El híbrido doble o cruza de dos simples F1 es abundante y redituable para las compañías productoras (Reyes, 1990).

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

Jones (citado por Jenkins, 1978) sugirió en 1918 el uso de la cruza doble con fines comerciales, pues con ella se reduce el costo de la producción de semilla.

### 2.1.2. producción de híbridos de maíz.

La producción de maíz híbrido involucra:

1. La obtención de líneas autofecundadas, por autopolinización controlada.
2. La determinación de cuales de las líneas autofecundadas pueden combinarse en cruza progresivas.
3. Utilización comercial de las cruza para la producción de semilla.

### 2.2. Tipos de híbridos.

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

Poehlman (1987) señala que los objetivos que se buscan en el mejoramiento del maíz híbridos son:

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

### 2.2.1. Híbridos cruz simple.

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

Una cruz simple es la descendencia híbrida de dos líneas autofecundadas. Debido a que las líneas autofecundadas que se utilizan en una simple son homocigóticas, las plantas de la progenie de la cruz simple son heterocigóticas para todos los pares de genes en que difieren las dos líneas autofecundadas, una cruz simple superior recupera el vigor y la productividad que se perdió durante el proceso de autofecundaciones y será más vigorosa y productiva que la variedad progenitora original de polinización libre, de la que se obtuvieron las líneas autofecundadas (Poehlman, 1987).

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

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

La producción de semilla de cruz simple se suspendió al surgir la tecnología de la cruz doble. Sin embargo la tendencia actual en Norteamérica y en muchos otros países es producir en grandes volúmenes semillas de cruza simples, en lugar de la semilla de cruza dobles (Reyes, 1990).

La producción de semilla de cruz simple puede obtenerse en cantidades limitada por la polinización manual, pero la producción en mayor escala se produce bajo polinización libre de las dos líneas progenitoras en campos aislados. La relación de surcos polinizadores a surcos productores de grano no excede generalmente de 2:1. Debe tenerse cuidado especial para eliminar las plantas fuera de tipo o de origen dudoso, en cualquiera de los progenitores, durante el ciclo vegetativo, antes de la producción de polen y en la cosecha (depuración de mazorcas) (Poethman, 1987).

Aldrich y Leng (1974) mencionan que el desarrollo reciente de híbridos simples se debe a dos adelantos el método de mejoramiento y producción de semillas:

- 1) Líneas endogámicas vigorosas y capaces de lograr un aceptable rendimiento de semilla o de producir suficiente polen.
- 2) Empleo de técnicas de cruzamiento, de línea hermana para producir cruza especiales o híbridos de tres líneas.

Los híbridos simples son la mejor posibilidad de mantener con facilidad la calidad genética en los incrementos de semilla, las mezclas son notoriamente diferentes (Espinoza, 1988).

La principal objeción que se hace a las cruza simples, para que se generalice su

uso, es el elevado costo en la semilla, ya que frecuentemente los rendimientos de las líneas son bajos (Schnell, 1973; Jugenheimer, 1981; Curtis, 1982); lo cual puede compensarse, dado que únicamente se mantienen dos orígenes y en la cruzada doble se tendrán que mantener seis (Schnell, 1973).

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

El alto costo de la semilla, fue determinante para que el maíz híbrido de cruzada simple no fuera difundido inmediatamente de los escritos de Shull. En 1918 Jones propuso el uso de la cruzada doble con fines comerciales y para tratar de resolver los problemas en la producción de semilla. La mayoría de los investigadores en el mejoramiento de maíz coinciden en que las líneas puras actuales; la cruzada doble es el híbrido de maíz producido más económicamente en tiempo, sin embargo se están cultivando cruzadas simples y trilineales (Jugenheimer, 1981).

La producción de semilla de cruzadas simples es más cara por unidad de área que la cruzada doble; sin embargo, esta desventaja puede ser compensada con respecto al mantenimiento de la semilla para las cruzadas simples, que sólo son dos orígenes en comparación de las seis involucradas en la cruzada doble, así mismo se puede tomar como ventaja importante la facilidad y simplicidad de estudio, prueba e identificación de las mejores cruzadas simples (Schnell, 1973).

Jugenheimer, (1981). Indican que la semilla de la cruzada simple se produce

forzosamente en las plantas endocriadas, que son escasas productoras de semilla y polen. El rendimiento bajo provoca alto costo de la semilla, lo cual ocasionó que inicialmente el híbrido simple no llegará a ser popular después de los escritos de Shull.

En la formación de un híbrido cruza simple intervienen dos líneas puras por autopolinización y selección (Poelhman, 1987). La técnica consiste en ubicar una línea como progenitor femenino de acuerdo a las características convenientes entre las que destaca la productividad (Espinoza 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 HÍBRIDO CRUZA SIMPLE

PROGENITORES HEMBRA X MACHO  
 LINEA A LINEA B

#### 2.2.2 Híbridos de cruza trilineal.

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

La semilla de híbridos de cruza de tres líneas (AxB) x (C), generalmente es menos cara de producir que las cruza simples pero más cara que la de cruza dobles; debido

a que estas últimas se producen aprovechando plantas de cruce simple, altamente productivas en semilla de calidad; además se establece una mayor proporción de surcos hembra, por la abundante producción de polen de la cruce simple macho.

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

### 2.2.3. Híbridos de cruce doble.

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

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

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

Allard (1961) resume el procedimiento, de obtención del híbrido doble así, A, B, C y D presentan líneas puras, uno de los posibles híbridos simples puede estar representado por  $(A \times B) \times (C \times D)$ . Esquemáticamente:

### FORMACION DE UN HÍBRIDO CRUZA DOBLE.

PROGENITORES HEMBRA X MACHO  
 (AxB)F1 (CxD)F1  
 CRUZA DOBLE COMERCIAL (AxB) x (CxD).

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

Sprague y Federer citados por Espinosa (1986), presentaron evidencias de que las cruza dobles interaccionan con el medio ambiente que las cruza simples, por lo cual se infiere que esta situación ofrece una mayor estabilidad de comportamiento en los cruzamientos dobles.

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

- 1.- Uso de una base germoplásmatica restringida.
- 2.- Reducción continuo de la probabilidad de encontrar híbridos de craza doble superiores a los comerciales.
- 3.- Aumento continua de los costos de experimentación, luego plantea como opciones para superar este problema.

- 1.- Aplicación de la variabilidad genética de la base germoplasmática (fuentes de

líneas).

2.- Uso de híbridos de cruce simple de alta heterosis cuyas líneas progenitoras sean vigorosas y de alto rendimiento.

3.- Explotación idónea de la varianza genética poblacional.

Cuando se ha determinado cuales son las mejores cruces simples se seleccionan para con ellas formar híbridos de cruce doble o en su caso una variedad sintética (Poehlman, 1987).

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

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

La cruce doble es la progenie híbrida obtenida de una cruce entre dos cruces simples  $(A \times B) \times (C \times D)$ .

La semilla de una cruce doble se produce en una planta de cruce simple que ha

sido polinizada por otra cruz simple. La cruz doble es un híbrido entre dos líneas progenitoras heterocigóticas de cruza simple y no es tan uniformes como la simple. Debido a que la semilla de la cruz doble se cosecha de una planta productiva de cruz simple, es más uniforme en tamaño, apariencia, se obtiene en mayor abundancia y más económica que las semillas de las cruza simples, que se cosecha con una planta autofecundada, esta es la razón para hacer la cruz doble (Poelhman, 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 hileras progenitoras de las cruza simples y de la semilla de la cruz doble, desde la siembra hasta su comercialización (Reyes, 1990).

### 2.3. Floración.

Airy *et al* (1962), señalan que las diferencias de madurez entre plantas hembras y machos, pueden requerir diferentes fechas de siembra, de modo que los estigmas salgan al mismo tiempo que las espigas suelten polen. Debido a que la diferencia puede presentar de 2 a 3 semanas de diferencia entre espiga y jilote, así como problemas en las labores de cultivo, es frecuente el uso de unidades calor como auxiliar, para estimar cuándo se deben sembrar las líneas de diferentes fechas de floración.

Caro, (1987) señala que la producción de semillas e híbridos dobles, se basa en

el cruzamiento de dos híbridos simples, requiere que entre estos exista coincidencia a floración. También es deseable que el progenitor femenino tenga un alto potencial de producción y el progenitor masculino debe rendir a fin de hacer redituable la producción de semillas.

Es común decidir la postergación de la siembra del progenitor macho, de acuerdo con las unidades calor acumulados; generalmente esta decisión se basa en pruebas con los progenitores para establecer los días que necesitan para llegar a la floración (CIMMYT, 1987).

Existen diferentes factores que pueden causar fallas en la coincidencia de floración de los progenitores, por ejemplo latencia en alguno de ellos, baja fertilidad, lluvias en el momento de la siembra; cuando esto sucede y es detectado a tiempo se puede usar algunas prácticas especiales para acelerar o retrasar la floración de alguno de ellos, tales como: Los cortes del área foliar cuando el cultivo tiene de 6 a 8 hojas en el punto de crecimiento bajo de la superficie del suelo, puede retrasar la floración de 3 a 5 días; la aplicación de herbicida (Dicamba) en dosis de 1 a 1.5 l/ha, cuando el cultivo tiene 6 a 8 hojas, retrasa la floración, altas densidades de siembra o riego más frecuentes en alguno de los progenitores. Para adelantar la floración de 3 a 4 días han dado buenos resultados (dependiendo de la fertilidad) las aplicaciones de los elementos menores, particularmente Hierro y Zinc; también aceleran la floración de 3 a 4 días, cultivos más frecuentes. Aunque estas prácticas pueden salvar una cosecha, cada progenitor puede tener respuestas diferentes a las deficiencias de nutrientes y a los cortes de área foliar por lo que las casas

semilleras deben probar sus propios materiales (Sánchez, 1987).

Normalmente se ha considerado a la floración masculina como factor principal para determinar la polinización en la floración femenina y su duración, factores que son importantes, ya que existen materiales cuyas floraciones masculinas y femeninas duran muy poco o presentan protandria, requiriéndose tomar precauciones al efectuar incrementos manuales o al establecer diferenciales de siembra. Se han hecho también intentos por adelantar o retrasar la floración masculina y femenina de alguno de los progenitores que participan, los híbridos a través de manejo agronómico, aplicando tratamientos a base de niveles altos de Fósforo para adelantar la floración, o fertilización Nitrogenada para retrasar la floración, debe tenerse cuidado ya que provocan desequilibrios, que podrían repercutir en la calidad fisiológica de la semilla que se obtiene, por lo cual no hay consenso sobre las ventajas de este tipo de medidas para adelantar o retrasar la floración (Celis, 1987).

Barrientos (1962) plantea como alternativa posible para resolver los problemas en la producción de semilla y hacer más fácil este proceso, la obtención de líneas a partir de generaciones avanzadas de las cruza de materiales locales y exóticos.

Hayes y Johnson (citados por Mayorquín, 1979) encontraron que las cruza simples entre líneas sin parentesco, igualaron o superaron a las cruza dobles usadas como testigos, en tanto que las cruza simples entre líneas emparentadas, sólo igualaron o superaron a los testigos.

Aldrich y Leng (1974) mencionan que el desarrollo reciente de híbridos simples

se deben a 2 adelantos en el método de mejoramiento y producción de semillas:

- 1) Líneas endogámicas vigorosas y capaces de lograr un aceptable rendimiento de semilla o de producir suficiente cantidad de polen.
- 2) Empleo de las técnicas de cruzamiento de líneas para producir cruza especiales e híbridos de 3 líneas.

La principal objeción que hace de las cruza simples, para que se generalice su uso, es el elevado costo de la semilla, ya que frecuentemente los rendimiento de las líneas son bajos, cuando las líneas son bajas en producción de polen (Schnell, 1973; Jugenheimer, 1981; Curtis, 1982); se puede comprenderse, dado que únicamente se mantienen 2 orígenes en la cruza doble se tendrán que mantener 6 (Schnell, 1973).

#### 2.3.1. Sincronía a floración.

Se han hecho intentos para hacer coincidir la floración de los progenitores de híbridos de maíz bajo siembra simultánea; los tratamientos con fertilizante son a veces exitosos, pero como varían según el equilibrio de los nutrientes, del tipo de suelo, del clima y del genotipo particular empleado, se reservan por lo general para aquellas situaciones en que existen posibilidades de falta de sincronización a pesar de la siembra escalonada. El uso de plásticos negro no fue práctico y económico para las condiciones en que se produce la semilla en E.U.A., por lo que la siembra escalonada seguirá siendo el método para asegurar sincronización de floración (Curtis, 1983)

Se han efectuado en el programa de mejoramiento de la Mesa de Central cruzamientos entre maíces locales por maíces introducidos con buenos resultados en rendimiento; sin embargo el uso práctico de estos cruzamientos presentan problemas de falta de adaptación y sincronía, las floraciones de progenitores introducidos (Barrientos, 1962; Espinosa y Carballo, 1984).

La semilla de híbridos de 3 líneas es menos costosa de producir que las cruza simples, ya que tiene menos labores culturales, aunque más cara que la cruza doble debido a que estas últimas se producen aprovechando plantas de cruza simples, altamente productivas en semillas de calidad; además se establece una mayor proporción de surcos hembra. Por la abundante producción de polen de la cruza simple macho (Jugenheimer, 1981).

Espinosa *et al* (1990), no detectó efectos de la fertilización nitrogenada (300-00-00) o fosforada (00-150-00) sobre la floración, bajo 45 mil plantas por Hectárea se adelanta la floración en dos días con respecto a 80 mil planta por hectárea.

Asteinza y Solis (1990) indica que al aplicar películas plásticas al suelo, se detecto adelantos en los días a floración del macho del híbrido H-149, aplicando reguladores de crecimiento, en el híbrido H-137 tiene una buena influencia con respecto al testigo en el punto de floración, lo cual señala la sensibilidad de las cruza simple (M36 x M37) la aplicación de dichos productos.

Craing (1977) señala que algunos de los métodos más utilizados para lograr coincidencia floración entre progenitores, es la siembra en fechas diferentes, indicando

también que otros métodos para lograr sincronía a floración puede ser:

- 1) Dosis de fertilización.
- 2) Diferente densidad de siembra entre progenitores.
- 3) Tratamientos al progenitor polinizador, para retrasar germinación.
- 4) Utilización de reguladores de crecimiento.
- 5) Cortado o quemado de plantas.

Dungan y Gausman (1951), sugieren que la sincronía y desarrollo de la producción sean los siguientes mecanismos:

- 1) Sembrar los progenitores precoces pocos días después de la siembra del progenitor tardío.
- 2) Fertilizar el suelo cuando se siembra el progenitor tardío, aplicando abundantes nutrientes y bien balanceados.
- 3) Cortar las plantas del progenitor precoz durante el estado temprano de desarrollo.

Con las técnicas propuestas por los investigadores obtuvieron cuando mucho una semana de retraso en derramamiento de polen, el cual fue acompañado por una reducción del 50% de grano y rendimiento de polen, lo cual se hacen con mayor retraso en la floración cuando las plantas utilizan estos mecanismos (CIMMYT, 1987).

CIMMYT (1987), propone que si los progenitores macho y hembra florecen en momentos diferentes, la siembra del progenitor macho deberá demorarse hasta en 10 días en algunos casos. Asimismo, no son recomendables los híbridos en los de la siembra del macho antes que la hembra, una siembra prematura del macho aumentará el riesgo de un

rendimiento bajo, la sincronía de floración entre progenitores de híbridos de maíz es esencial para lograr máximo rendimiento de semilla.

Cloninger *et.al.* (1974), efectuaron su estudio para alcanzar sincronización en 28 cruza simples posibles a partir de 8 líneas endogámicas. La media del retraso entre los progenitores era 5, 6 y 7, días desde la siembra a antésis, 5 y 7 días desde la siembra a 50% de floración femenina.

Se aplicaron tratamientos de corte a las 4, 6 y 8 hojas de desarrollo. El nivel entre las cruza simples y el retraso de fecha de floración fue de 4 a 6 días para poda en el estado de desarrollo de 4 hojas (Cloninger *et al.*, 1974).

Walden y Everett, (citados por Hallauer y Sears, 1986), encontraron que en Ithaca, New York, las condiciones óptimas para la polinización ocurrieron alrededor de las 15:30 Hrs., lo cual difieren con la opinión general de otras localidades como Ames, Iowa. La diferencia se atribuye a la influencia de anteras y expulsión de polen viable.

Green (1949), estudió el efecto de quema durante el desarrollo de líneas endogámicas de maíz, comparó tratamientos testigos contra aplicación del quemado cuando las plantas tenían 5, 10, 15, 20cm. de altura, un sexto tratamiento consistió en quemado de 5cm. seguido de otro quemado cuando las plantas alcanzaron otra vez 5cm. El sexto tratamiento retraso la floración aproximadamente 2 a 5 días. Se detecto un efecto significativo de la interacción líneas x tratamientos.

Lindstrom (citado por Cloninger, 1974), estudio el vigor híbrido en maíz al despuntar progenitores F1 en 4 diferentes fechas; encontró que la remoción de 75 % a

85 % de la parte área propicio un decremento de 15% al 33% en rendimiento, de 1% a 10% de altura de planta y 2 a 6 días en el período transcurrido de la siembra a la floración femenina.

Algunas cruza simples de alto potencial de rendimiento pueden no ser producidas comercialmente por que se presenta diferencia en la maduración (Cloninger, 1974).

Existe una tendencia a emplear líneas progenitoras con maduración muy diferente, práctica que se ha hecho más común en el uso comercial de híbridos de cruza simple.

Es frecuente observar la necesidad de sincronizar la floración de 2 líneas de maduración diferente.

Los rendimientos de semilla logrados con líneas endocreadas son mucho menores que los obtenidos con cruza simples progenitoras en zonas donde es de esperar que los cultivos comerciales produzcan 9 Ton/Ha., el rendimiento de semillas de las líneas endocreadas habitualmente se encuentran entre 2.8 y 3.1 Ton/Ha. Por el contrario, los rendimientos de cruza simple progenitoras son comparables a los del cultivo comercial, siempre que haya buena fecundación (Curtis, 1983).

Hallauer y Sears (1986), manejaron un experimento para determinar un efecto de corte y no corte de estigmas en el llenado de grano. El corte fue aproximadamente de 1/4 y 1/2 de pulgada por debajo de la cubierta del jilote.

Los estigmas fueron cortados para prevenir contaminación de polen que pudieran ocurrir a 3 intervalos de tratamientos de estigmas.

1) Polinización al primer día después de emergencia de estigmas por corte y no corte.

- 2) Corte de estigmas y no cortes de estigmas 5 días después de la emergencia.
- 3) Corte y no corte de estigmas 9 días después de la emergencia de estigmas.

Hallauer y Sears (1986) señalan que el corte de estigmas representa una ventaja, en caso de polinización retrasada de hasta 11.9%, 28%, 2% y 44.62 % de incremento de semillas en mazorcas, cuando la polinización ocurrió en 1, 5 y 9 días después de la emergencia de estigmas.

Los progenitores de híbridos de maíz H-369, difieren la floración en 10 días, lo cual dificulta la cooperación del agricultor para la producción (Cisneros, 1987), el híbrido H-220, muy buen material para temporal, con más de 30 años de utilización comercial (Cervantes, 1987), tiene una sincronía de floración entre progenitores de 13 a 15 días; el H-430, maíz para el Noroeste de México, aparentemente debe sembrarse con 5 días de diferencia, a otros híbridos como el H-507 y el H-509, aún cuando se sugieren siembras simultáneas, la coincidencia floración no es perfecta ya que se presentan fallas de fecundación en base de la mazorca (Cisneros, 1987).

### 2.3.2. Orden de cruce y producción de semilla.

El orden de cruce y producción es importante en el proceso de producción de semilla, ya que a partir de las características de los progenitores y producción, tamaño, forma de semilla, sanidad, altura de plantas, producción de polen, ramificaciones de espigas, ahijamiento, dureza de raquis de espiga, entre otras características, se define la

conveniencia de ubicarlos como machos o hembras, con base a estudios específicos para híbridos de temporal y riego de Valles Altos, para modificar el orden de cruzamiento de algunos progenitores (Espinosa y Tadeo, 1988).

En un programa de mejoramiento se eligen padres masculinos potenciales con flores masculinas grandes y capacidad para libera polen abundante. Se emplean diversos métodos para pesar y medir la producción de polen, sin embargo, cuando se identifica una combinación destacada, la necesidad de utilizar como madre la línea que produce el mayor rendimiento de semilla comercial, puede determinar cual línea se va a usar independientemente de sus características en cuanto a la liberación de polen (Curtís, 1983).

Son pocos los estudios críticos que relacionan el rendimiento de semilla con la transferencia abundante y efectividad de polen de las planta machos hacia los órganos femeninos. La relación entre plantas femeninas y masculinas que normalmente se emplean (4:1), aparentemente esta basada en la experiencia practica apoyada por observaciones visuales del llenado de la semilla. De la misma forma, los esquemas de siembra, tales como 6 hileras femeninas por una masculina, se basa en experiencia y la necesidad de adaptar las prácticas a la maquinaria del productor de semilla. Cuando hay condiciones climáticas adecuadas, la carga y dispersión de polen no son factores importantes que limitan el rendimiento (Curtís, 1983).

El orden de cruzamiento de las líneas progenitoras afectan los rendimientos de dichos híbridos y los reales de cruza doble (Doxator y Johnson, 1986).

Los buenos progenitores de semilla deben tener un sólo tallo para disminuir el trabajo de despigamiento, además de tener tallos, raíces y mazorcas fuertes, adaptarse a cosechas mecánicas y producir altos rendimientos de semilla vendible.

Otros rasgos deseables son una buena cobertura de la mazorca, tamaño y forma de la semilla que sea sana, alta germinación, longevidad de la semilla y plantas muy vigorosas (Jugenheimer, 1981).

El progenitor masculino debe seleccionarse cuidadosamente, puesto que contribuye para la buena polinización; también debe proporcionar el polen en el momento apropiado y en cantidades adecuadas para favorecer el llenado de la mazorca y la habilidad diferencial de fecundación de polen (Jugenheimer, 1981).

Al cruzar líneas puras precoces (P) y tardías (T) las variaciones para la fecha de floración femenina, la altura de mazorca, el peso de la mazorca, la longitud y el diámetro de la mazorca fueron significativamente menores para híbridos.

(P x P) (T x T) que para las combinaciones

(P x T) (P x T) (P x T). (Eckhardt y Bryan, 1990).

Estudios preliminares con el híbrido de maíz H-137, han orientado hacia la conveniencia de invertir el orden de cruza y los progenitores, en la producción de semilla ya que se disminuye su diferencial de la floración y se ha observado que presenta menor esfuerzo en desespigar la cruza simplemente de temporal (en la combinación invertida) con respecto a la cruza de riego, ya que esta última, aparentemente tiene una mayor proporción de fibra en el raquis de la espiga (Espinosa y Carballo, 1988).

#### 2.4. La técnica "CRISS CROSS".

La técnica CRISS CROSS que significa cruzamiento, implica el intercambio de progenitores en el caso de un híbrido de maíz de cruce doble que se representa tradicionalmente de la manera siguiente :

Cruza doble comercial:  
 progenitores    hembra    x    macho  
                   (AxB)            (CxD)  
                   (AxC)    x    (BxC)  
                   (AxD)    x    (BxC)

Además se pueden incorporar los diferentes ordenes es factible identificar 21 combinaciones diferentes :

- |                  |                   |                    |
|------------------|-------------------|--------------------|
| 1. (AxB) X (DxC) | 8. (BxD) X (AxC)  | 15. (CxD) X (BxA). |
| 2. (AxC) X (DxB) | 9. (BxD) X (CxA)  | 16. (DxA) X (BxA). |
| 3. (AxC) X (CxB) | 10. (CxA) X (BxD) | 17. (DxA) X (CxB). |
| 4. (BxA) X (CxD) | 11. (CxA) X (DxB) | 18. (DxB) X (AxC). |
| 5. (BxA) X (DxC) | 12. (CxB) X (AxD) | 19. (DxB) X (CxA). |
| 6. (BxC) X (AxD) | 13. (CxB) X (DxA) | 20. (DxC) X (AxB). |
| 7. (BxC) X (DxA) | 14. (CxD) X (AxB) | 21. (DxC) X (BxA). |

A la vista es complicado, sin embargo, de todas estas posibilidades es evidente que se puede elegir la mayor ventaja para la producción de semillas en base a la sincronía de la floración de los progenitores, así como a su productividad y calidad física de la semilla que se produce, pero manteniendo la capacidad de producción del híbrido comercial.

De manera estricta, las primeras combinaciones, es decir, (AxC) X (BxD) y (AxD) X (BxC) pueden dar idea clara de si es posible mejorar en coincidencia floración y

productividad de los progenitores y la mayoría de las veces no se requiere explorar las demás posibilidades de cruce.

El híbrido doble de maíz H-137 en la conformación original (M36xM37) X (M17xM18) propuesta por los fitomejoradores (Espinosa y Tut, 1990), presenta un diferencial entre hembra y macho de 18 días cuando se produce semilla certificada como se muestra en la figura 1.

Sin embargo, al aplicarse CRISS CROSS llama la atención la combinación alternativa (M37xM18) X (M36xM17), con información de la floración de la líneas participantes (Tadeo, 1991), las cruza simple se obtendrían como se muestra en la figura 2.

Se puede observar que para formar ambas cruza simples (categorías registradas) se presenta un diferencial importante de 16 y 18 días respectivamente, sin embargo, al producir semilla certificada de la nueva combinación, el diferencial prácticamente se elimina ya que sólo es de un día como se muestra en la figura 3.

El híbrido H-137 bajo la nueva conformación presenta ventajas en producción de semilla certificada y registrada, ya que aprovecha el buen rendimiento de la cruza (M37xM18) la cual produce 9 198 Kg/Ha. de semilla comercial, además de que la hembra (M37) presenta excelentes rendimientos como línea. Por otra parte el diferencial a floración se traslada de la producción de semilla certificada a la registrada la cual es menos problemática porque la superficie que se maneja en la registrada es mucho menos menor que en semillas certificadas (Tadeo, 1991).

## FIGURAS.

Figura.1

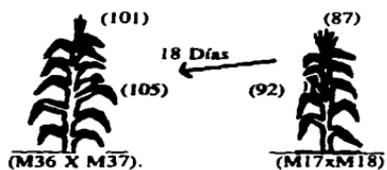
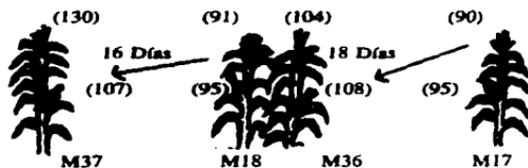
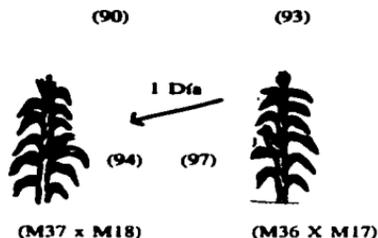


Figura.2



**Figura. 3**

#### 2.4.2. Evaluación de CRISS CROSS en H-137.

Al evaluar las diferentes combinaciones del H-137 en dos ambientes de Valles Altos se definió que la mejor conformación (CRISS CROSS) para coincidencia a floración, tiene capacidad de rendimiento de 5664 Kg/ha que es superior al H-137 original en 5.2% que produjo 5 382 Kg/ha con la información anterior se ratifica la ventaja en coincidencia a floración de progenitores, en productividad de semillas y en capacidad productiva del híbrido al utilizar la técnica CRISS CROSS. (Espinosa y Tadeo, 1992).

## Resultados de diferentes conformación del híbrido de maíz H-137 (original y

## CRISS CROSS).1991.

Tipo	GENEALOGIA.	REND KG/HA	% SOBRE H-137
ORIGINAL	(M36 x M37) x (M17 x M18)	5382	100.0
CRISS CROSS	(M36 x M18) x (M37 x M17)	5973	110.9
CRISS CROSS	(M36 x M17) x (M37 x M18)	6034	112.1
CRISS CROSS	(M37 x M18) x (M36 x M17)	5664	105.2
CRISS CROSS	(M17 x M18) x (M36 x M37)	6340	117.1

Promedio de dos ambientes: Cuautitlán, Méx. y Chapingo, Méx.

Fuente Piña y Espinosa *et al* (1992).

### **III. Materiales y Métodos.**

#### **3.1. Localización.**

Este trabajo fue realizado durante el ciclo Primavera-Verano de 1995 en el Campo Experimental de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, "Rancho Almaraz" El cual se ubica en el Municipio de Cuautitlán Izcalli, sus coordenadas geográficas son el paralelo 19° 39' de latitud norte y el meridiano 99°12'.2'' de Longitud Occidental, una altura de 2240 msnm.

#### **3.2. Condiciones Ambientales.**

Presenta un clima templado húmedo, con una temperatura media anual de 15°.26°c. De acuerdo con Enriqueta García(1973) queda definido como C(Wc) (W) b(1\*), por su temperatura se ubica como templado con verano fresco largo, con una temperatura del mes más frío entre 3° y 11°c y del mes más caliente de 28°c. por su precipitación como el más seco de los subhúmedos con un promedio de 662.6 mm de precipitación anual, datos tomados del año de 1995.

### **3.3. Condiciones Edáficas.**

Los suelos predominantes en el área quedan definidos como vertisoles pelicos, de acuerdo al sistema de clasificación FAODETENAL (S.P.1981)(citados por De la Teja, 1982), los cuales se originan partir de depósitos de material ígneo. Son suelos pesados difíciles de labrar y de drenaje interno con tendencia a la deficiencia. De la Teja (1982) señala que estos presentan dificultad al laboreo por su adhesividad y plasticidad cuando se humedece y por su dureza cuando permanecen secos.

### **3.4. Material Genético.**

Se evaluaron 12 tratamientos donde se observan en el cuadro 1 en el cual se detalla la genealogía y el tipo de híbrido. En forma paralela y en un lote adyacente a donde se estableció la evaluación de los 12 híbridos, se sembraron las líneas progenitoras de los híbridos de maíz PUMA 1157 y PUMA 1159, las cuales son IA24, IA64, IA49 e IA35, en parcelas de tres surcos cada uno; con el objetivo de tomar los datos de floración de cada material.

### **3.5. Diseño Experimental.**

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con 12 tratamientos y 4

repeticiones. La parcela experimental estuvo constituida por dos surcos de 5 metros de largo por 0.80 mt de ancho, tomándose como parcela útil un surco de 5 metros.

### 3.6. Análisis Estadístico.

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

### 3.7. Manejo Agronómico.

#### 3.7.1. Siembra.

Esta se realizó en forma manual, el 12 de mayo de 1995, a una distancia de 50 cm entre matas, depositándose tres semillas por golpe, el tamaño de los surcos fue de 5 metros de largo, por 80 cm de ancho, en cada surco se dejaron 11 matas.

#### 3.7.2. Riegos.

Sólo se aplicó un riego el mismo día de la siembra.

CUADRO 1. Tratamientos evaluados en el estudio de la técnica Criss Cross.

<b>GENEALOGIA</b>	<b>TIPO DE HIBRIDOS</b>	<b>ORIGEN DE CRUZA</b>
<b>1.IA24 x IA49</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>CRISS CROSS P1157</b>
<b>2.IA49 xIA24</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>CRISS CROSS P1157</b>
<b>3.PUMA 1157</b>	<b>TRILINEAL</b>	<b>PRONASE,GTO</b>
<b>4.IA35 x IA24</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>CRISS CROSS P1159</b>
<b>5.IA35 x IA64</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>CRISS CROSS P1159</b>
<b>6.IA49 x 78</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>EXPERIMENTAL</b>
<b>7.IA35 x 78</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>EXPERIMENTAL</b>
<b>8.PUMA 1159</b>	<b>TRILINEAL</b>	<b>PRONASE,GTO</b>
<b>9.IA24 x IA64</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>ORIGINAL P1157</b>
<b>10. A-791</b>	<b>TRILINEAL</b>	<b>ASGROW</b>
<b>11.H-137</b>	<b>DOBLE</b>	<b>INIFAP</b>
<b>12.H-135</b>	<b>TRILINEAL</b>	<b>INIFAP</b>

### 3.7.3. Control de Malezas.

Para controlar las malezas se aplicó en forma preemergente Hierbamina (2,4-D) más Atrazina (Gesaprim-S0) en proporción de 1 litro y 0.5 Kg por hectárea respectivamente, durante el mes de Junio, después se realizaron deshierbes manuales para mantener el cultivo libre de malezas.

### 3.7.4. Fertilización

Se fertilizó con la dosis 60-40-00 y posteriormente durante la primera escarda se aplicó la dosis 60-00-00 en forma manual.

### 3.7.5. Cosecha.

La cosecha se realizó el día 16 de noviembre de 1995, fue en forma manual cosechando el surco que tenía la etiqueta, todas las plantas del surco elegido.

### 3.7.6. Estación de crecimiento.

Para la estación de crecimiento se estimó tomando los datos climáticos de la estación "Almaraz" de 1995 en donde se observa, que para la precipitación fue de 662.6

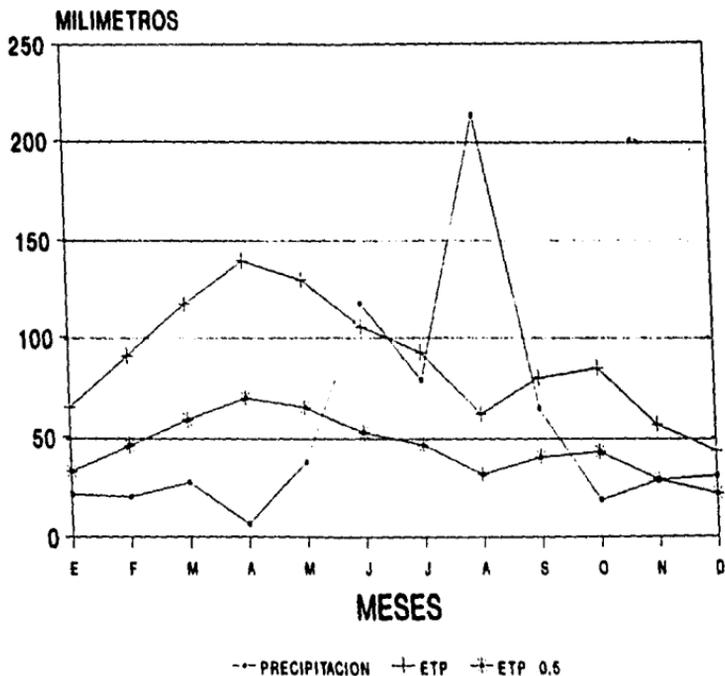
mm, con la Evapotranspiración (ETP) que fue de 1068.6 mm y con la Evapostranspiración al 0.5 fue de 534.3 mm los cuales sirvieron para realizar la gráfica 1 donde se observa las condiciones que presentó el cultivo de maíz durante el ciclo Primavera-Verano durante todo su desarrollo.

La estación de crecimiento indica como se comportó el cultivo durante todo el ciclo, y como se presentaron las condiciones ambientales.

Cuadro 2. Datos climáticos de la estación "Almaraz". Cuautitlán Izcalli, México.1995.

MES	T°C M A X	T°C M I N	T°C M E D	PP	EVAP	ETP	ETP 0.5
ENE	21.9	2.4	12.2	20.9	86.9	65.1	32.5
FEB	23	3.0	13.1	19.6	121.1	90.8	45.6
MAR	23.2	3.8	14.6	26.9	156.2	117.2	58.6
ABR	25.5	6.4	17.0	6.4	186.2	139.7	69.8
MAY	27.6	9.4	18.8	37.3	173.6	130.2	65.1
JUN	28.2	10.5	18.3	117.4	140.6	105.5	52.7
JUL	22.6	10.1	16.3	79.0	123.8	92.9	46.4
AGO	22.9	11.1	17.0	213.2	82.7	62.0	31.0
SEP	23.1	9.9	16.5	64.7	106.8	80.1	40.0
OCT	23.0	5.1	14.0	18.2	113.5	85.1	42.5
NOV	22.2	5.1	13.6	28.5	75.5	56.6	28.3
DIC	21.3	2.4	11.8	30.5	57.5	43.1	21.5
PROM	23.96	6.6	15.26	662.6	1424.8	1068.6	534.3

# ESTACION ALMARAZ 1995



GRAFICA 1. ESTACION DE CRECIMIENTO  
"ALMARAZ" FES - CUAUTITLAN

### **3.8. Parámetros a evaluar.**

#### **3.8.1. Días a Floración Masculina.**

Se considero el número de días entre la siembra y la fecha en que se presentó el inicio de la floración.

Esta variable se tomó con especial cuidado en las líneas progenitoras de los PUMA para analizar el nivel de sincronía o coincidencia a floración con las cruza simples bajo "Crisa Cross".

#### **3.8.2. Días a Floración Femenina.**

La toma de el número de días entre la siembra y la fecha en que aparecieron los estigmas.

#### **3.8.3. Altura de planta.**

Se seleccionaron 5 plantas al azar se midió la distancia desde la base de la planta hasta la base de la hoja bandera.

#### 3.8.4. Altura de Mazorca.

En las mismas 5 plantas cuya altura se midió se determinó la distancia en centímetros desde la base de la planta hasta el nudo con la mazorca más alta.

#### 3.8.5. Acame de Tallo.

Se efectuó la toma de este dato un día antes de la cosecha, registrando el número de plantas por parcela con los tallos rotos abajo de las mazorcas. Manejando una escala del 1 al 5, en donde 1 fueron las parcelas con mejor calificación, 5 las parcelas con las plantas más acamadas.

#### 3.8.6. Porcentaje de Cuesteo.

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

#### 3.8.7. Peso de Campo.

Después de cosechar todas las parcelas en los surcos escogidos, se tomaron los pesos de las mazorcas de cada parcela y se registraron en kilogramos.

### **3.8.8. Calificación de Mazorcas.**

Al momento de la cosecha se tomó en cuenta el aspecto físico de la mazorca y se asignó una calificación, donde 1 representa muy mala cobertura y 10 muy buena cobertura.

### **3.8.9. Porcentaje de Humedad.**

Se tomaron 5 mazorcas de cada parcela, se desgranaron y se mezcló el grano obtenido, con esta muestra, se determinó el porcentaje de humedad en el momento de la cosecha.

### **3.8.10. Porcentaje de Materia Seca.**

Para determinar el porcentaje de humedad se tomaron 250 gramos por parcela, provenientes de las 5 mazorcas, este material sirvió para determinar en el laboratorio, por medio de un aparato modelo Steinline 400, el contenido de humedad en porcentaje, por diferencia y al restar restante el 100 % fue porcentaje de materia seca.

### **3.8.11. Longitud de Mazorca.**

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

### **3.8.12. Número de granos por Hilera.**

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

### **3.8.13. Diámetro de Mazorca.**

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

### **3.8.14. Diámetro de Ojote.**

Una vez desgranadas las 5 mazorcas, a cada uno de los ojotes por la parte central con el vernier se le determinó el diámetro en centímetros, obteniéndose el promedio.

**3.8.15. Peso de 200 Granos.**

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

**3.8.16. Porcentaje de Grano.**

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

Peso de 5 mazorcas sin olote.

peso de 5 mazorcas con olote.  $\times 100 =$  porcentaje de grano.

**3.8.17. Peso volumétrico.**

El homogeneizado del grano se vació en un recipiente de 250ml, se raso con una regla, se peso y se multiplico por 4 para obtener la relación a 1 litro.

## 3.8.18. Rendimiento.

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

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

donde:

- P.C. =** Peso de campo de la totalidad de las mazorcas cosechadas por parcela.
- % M.S. =** Porcentaje de materia seca de muestra de grano de cinco mazorcas recién cosechadas.
- % G =** Porcentaje de grano, producto de la relación grano olote.
- F.C. =** Factor de conversión para obtener rendimiento por hectárea. Se obtiene de dividir 10 000 m<sup>2</sup> / tamaño de la parcela útil en m<sup>2</sup>.
- 8 600 =** Constante para estimar el rendimiento con humedad comercial (14%).

## **IV. RESULTADOS.**

### **4.1. ANALISIS DE VARIANZA.**

En Cuadro 3 se observa que para tratamientos la mayoría de las variables evaluadas exhibieron diferencias altamente significativas, las excepciones fueron las variables granos por mazorca y sanidad de mazorca que presentaron significancia al nivel de 0.05 de probabilidad, y mazorcas malas que no mostró significancia.

Para el factor repeticiones se tuvieron 3 variables peso volumétrico, cuateo, sanidad de plantas, que fueron altamente significativas, en cambio el resto de la mayoría de las variables no presentaron significancia estadística.

El coeficiente de variación para rendimiento fue de 18.3 % y la media general de 9 539 Kg/ha.

Los coeficientes de variación más altos fueron para las variables, cuateo, acame y mazorcas malas que osciló de 31.6 % a 47.5% lo cual se debió a la propia naturaleza de las variables, ya que estas mostraron valores bajos, por ejemplo para floración masculina el coeficiente de variación fue de 1.6 % que fue el valor más bajo.

CUADRO 3. Cuadros medios, significancia estadística y coeficientes de variación del análisis de varianza de variables estudiadas de los PUMA con la técnica "CRISSCROSS".

VARIABLES.	TRATAMIENTOS	REPETICIONES	MEDIAS	C.V. %
RENDIMIENTO.	12127017.5**	2924359.3N	9.539	18.3
DIAS A FLORACION MASCULINA	44.65**	0.33NS	81	1.6
DIAS FLORACION FEMENINA	36.46**	2.18NS	83	1.6
ALTURA DE PLANTA	775.78**	143.17NS	270	4.0
ALTURA DE MAZORCA	1083.01**	204.74NS	169.5	7.4
MAZORCAS BUENAS	272.23**	49.57NS	35.5	17.8
MAZORCAS MALAS	4.28NS	4.36NS	4.4	47.5
ACAME	2.67**	0.47NS	2	42.7
PESO VOLUMETRICO	2906.32**	3980.88**	729	2.8
CUATEO	151.0**	57.52**	12	31.6
SANIDAD DE MAZORCAS	1.02*	0.91NS	8	8
SANIDAD DE PLANTA	0.61**	0.29**	1	23
200 GRANOS	122.4**	36.26NS	58	12
LONGITUD DE MAZORCAS	6.65**	0.46NS	16	7.2
HILERAS POR MAZORCAS	3.28**	0.26NS	15.52	5.6
GRANOS POR HILERA	22.51**	8.22NS	33	7.7
DIAMETRO DE MAZORCA	0.059**	0.029	4.5	3.4
DIAMETRO DE OLOTE	0.09**	0.007NS	2.3	6
GRANOS POR MAZORCA	6792.00*	2.082NS	512	10.3
PORCENTAJE DE MATERIA SECA	16.88**	1.81NS	78.38	2.6

NS NO SIGNIFICATIVA \* SIGNIFICATIVA AL 0.05 % \*\* ALTAMENTE SIGNIFICATIVA AL 0.01 %

#### 4.2 Comparación de medias.

En el cuadro 4, se observa que para la variable rendimiento se establecieron 3 grupos de significancia, en el primer grupo se ubican los híbridos, IA49xIA24, IA24xIA49, A-791, PUMA 1157, IA35xIA24, IA49x78, IA35xIA64, IA35x78, H135, el segundo grupo se ubican los híbridos PUMA 1159, IA24 x IA64 y el tercer grupo se encuentran el H-137.

En general los materiales se destacaron por su excelente rendimiento, la cruza simple (IA49 x IA24) presentó una capacidad productiva de 12 612 Kg/ha, en cambio la combinación recíproca de esta misma cruza simple (IA24 x IA49) expresó un rendimiento de 11 329 Kg/ha, ambos valores fueron los más altos.

El PUMA 1159 con una producción de 8 048 kg/ha, la cruza simple IA24 x IA64 con 7 554 Kg/ha y el H-137 con 6 021 Kg/ha fueron los materiales con menor capacidad productiva.

Con respecto a la diferencia significativa mínima entre el IA49 x IA24 (12 612 Kg/ha) y el PUMA 1159 (8 048 Kg/ha) hubo 4 564 Kg/ha de diferencia.

Para la variable días a floración masculina se establecieron 3 grupos de significancia, en el primer grupo se ubicaron los híbridos más tardíos, el A-791, H-135 ambos con 86 días a floración (Cuadro 4).

Los genotipos con mayor precocidad fueron PUMA 1159 que alcanzó la floración masculina a los 77 días así como (IA24 x IA64) y el H-137 que florecaron a 76 días

**(Cuadro 4)**

Para días a floración femenina se establecieron 4 grupos de significancia en el grupo más precoz sobresalió el híbrido IA24 x IA64 con 77 días (cuadro 4).

Los genotipos más tardíos fueron los híbridos A-791,(IA-49 x 78),y H-135, con valores que van de 86 a 88 días a floración femenina.

En la diferencia significativa mínima en las floraciones masculina y femenina tuvieron 4 días de diferencia.

En altura de plantas se observa en el cuadro 5, se obtuvieron 3 grupos de significancia, el PUMA 1159 y H-137 presentaron una altura de 280 - 281 centímetros respectivamente los demás genotipos presentaron una altura de planta que está entre 265 centímetros a 273 centímetros. El híbrido de menor tamaño fue el IA24 x IA64 que alcanzó una altura de planta de 240 centímetros.

En la diferencia mínima significativa hubo 30 centímetros de diferencia entre H-135 y el IA35 x IA78.

De forma semejante a la altura de mazorca, en altura de planta se establecieron para esta variable 3 grupos de significancia en donde se observa en el cuadro 5 que el híbrido H-135 presentó una altura de mazorca de 194 centímetros siendo el genotipo con altura de mazorca más elevado. Los demás 2 genotipos presentaron una altura de mazorca estadísticamente similar pero numéricamente diferentes, que van de 165 a 189 centímetros siendo los de altura de mazorca intermedios.

**CUADRO 4.** Comparación de medias (Tukey  $p=0.05$ ) para las variables evaluadas, rendimiento, floración masculina, floración femenina. En híbridos de maíz formada mediante la técnica **CRIS CROSS**. Cuautitlán Izcalli, México 1995.

<b>GENOTIPO</b>	<b>RENDIMIENTO (K/ha)</b>	<b>FLORACION MASCULINA (días)</b>	<b>FLORACION FEMENINA (días)</b>
<b>IA49 x IA24</b>	12 612 A	81 B	82 D
<b>IA24 x IA49</b>	11 329 AB	82 B	83 DC
<b>A-791</b>	10 577 AB	86 A	87 AB
<b>PUMA 1157</b>	10 341 ABC	81 B	82 D
<b>IA35 x IA24</b>	10 002 ABC	81 B	82 D
<b>IA49 x 78</b>	9 731 ABC	81 B	88 A
<b>IA35 x IA64</b>	9 719 ABC	81 B	82 D
<b>IA35 x 78</b>	9 363 ABC	81 B	84 BCD
<b>H-135</b>	9 182 ABC	86 A	87 AB
<b>PUMA 1159</b>	8 048 BC	77 C	84 BCD
<b>IA24 x IA64</b>	7 554 BC	76 C	77 E
<b>H-137</b>	6 021 C	76 C	81 D
<b>DSH*</b>	4 326	3.24	3.25

**DSH\*** Diferencia significativa mínima.

**\*Floraciones de las líneas progenitoras de los híbridos FUMAS de maíz.**

<b>GENOTIPO.</b>	<b>FLORACION MASCULINA (días).</b>	<b>FLORACION FEMENINA (días).</b>
IA24.	82.	86.
IA64.	89.	91.
IA49.	97.	103.
IA35.	102.	108.

El genotipo IA24 x IA64 presentó una altura de 130 centímetros fue el de menor altura de mazorca (Cuadro 5).

La diferencia significativa mínima en altura de mazorca fue de 33 centímetros entre H-135 y el IA35 x IA64.

Para la variable mazorcas buenas (Cuadro 5) se observa que existen 3 grupos de significancia, siendo los genotipos IA49 x IA24, IA24 x IA49, A-791, PUMA 1157, IA49 x 78, IA35 x IA64, IA35 x 78, los de mayor número de mazorcas buenas, estadísticamente son iguales pero numéricamente son diferentes que van de 34 a 47 mazorcas buenas donde el genotipo IA49 x IA-24 exhibió las mejores mazorcas.

La diferencia significativa mínima entre mazorcas buenas fue de 17 mazorcas más entre IA49 x IA24 y el H-135.

En mazorcas malas se observa (Cuadro 5) sólo un grupo de significancia ya que todos los genotipos estudiados son estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes (de 2 a 7 mazorcas malas).

La diferencia significativa mínima entre mazorcas malas fue de 5 mazorcas más entre el IA49 x IA24 y el IA35 x IA64.

En el Cuadro número 6 se puede observar que para la variable acame de planta los genotipos PUMA 1157, IA35xIA24, IA49x78, IA35 x IA64, IA35 x 78, IA24 x IA64, y PUMA 1159, son estadísticamente y numéricamente iguales presentando el menor acame. Los genotipos H-137, A-791, IA24 x IA49 fueron los materiales que exhibieron mayor acame con 3 unidades.

**CUADRO 5.** Comparación de medias (Tukey  $p=0.05$ ) para las variables evaluadas, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas buenas mazorcas malas. En híbridos de maíz formados mediante la técnica **CRISS CROSS**. Cuautitlán Izcalli, México 1995

<b>GENOTIPO</b>	<b>ALTURA DE PLANTA (cm)</b>	<b>ALTURA DE MAZORCA (cm)</b>	<b>MAZORCAS BUENAS</b>	<b>MAZORCAS MALAS</b>
<b>IA49 x IA24</b>	267 B	171 AB	47 A	7 A
<b>IA24 x IA49</b>	273 AB	177 AB	42 AB	5 A
<b>A-791</b>	267 B	165 AB	43 AB	4 A
<b>PUMA 1157</b>	269 B	168 AB	42 AB	5 A
<b>IA35 x IA24</b>	265 B	160 BC	39 ABC	3 A
<b>IA49 x 78</b>	268 B	171 AB	37 ABC	4 A
<b>IA35 x IA64</b>	258 BC	161 B	38 ABC	2 A
<b>IA35 x 78</b>	269 B	166 AB	34 ABCD	5 A
<b>H-135</b>	299 A	194 A	30 BCD	4 A
<b>PUMA 1159</b>	280 AB	189 AB	25 DC	4 A
<b>IA24 x IA64</b>	240 C	130 C	26 DC	4 A
<b>H-137</b>	281 AB	182 AB	21 D	4 A
<b>DSM*</b>	30	33	17	5

**DSM\*** Diferencia significativa mínima.

En la diferencia significativa mínima en acame hubo una calificación de 2 unidades entre el primer grupo y el H-137.

En la variable plantas cosechadas como se observa Cuadro 6, hay 3 grupos de significancia donde los genotipos IA49 x IA24, PUMA 1157, A-791, PUMA 1159, y IA24 x IA64 fueron donde se obtuvieron más plantas cosechadas con 33 a 31 plantas. El segundo grupo se encuentran la mayoría de los genotipos son estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes que van de 29 a 27 plantas cosechadas, en genotipo IA49 x 78, fue el que se obtuvo menor plantas cosechadas con 26 plantas.

En la diferencia significativa mínima se tubo 4 plantas cosechas entre el primer grupo y el segundo.

De peso volumétrico se observo en el Cuadro 6 significativa definiéndose 4 grupos. En la variable en el primer grupo se registraron los de mayor volumen, estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes que van de 724.7 a 777.0 unidades. En el último grupo de significancia el genotipo IA49 x 78 con 683.6 unidades.

En la diferencia significativa mínima se tubo 50.9 entre el primer grupo y el segundo grupo.

Respecto al número de cuateo se observa en el Cuadro 6 se observaron dos grupos de significancia, en el primer grupo se encuentran los genotipos que mostraron mayor significancia pero numéricamente diferentes de 21 a 12 unidades de cuateo que presentaron, en el segundo grupo los genotipos H-135 con 6 unidades, PUMA 1159 con 5 unidades, IA24 x IA64 con 3 unidades, y el H-137 con 3 unidades, presentaron los meno-

res valores en la variable de cuateo.

En la diferencia significativa mínima en cuateo tubo 9 plantas más entre el primer grupo y el segundo.

En cuanto a sanidad de mazorca, se observa que en el Cuadro 7, se establecieron dos grupos de significancia, A-791 con 9 de calificación mostró las mazorcas con mejor sanidad, y el genotipo H-137 con una calificación de 7 fue el que menor sanidad de mazorcas tuvo.

En la diferencia significativa mínima en sanidad de planta tubo una diferencia de 2 unidades entre el primer grupo y el segundo.

Como se aprecia en el Cuadro 7 en la variable sanidad de planta los genotipos A-791, H-135, presentaron los valores más altos es decir, calificaciones desfavorables debido a la presencia de roya (*Puccinia sorghi*), y H-137 por incidencia de rayado fino, la presencia de achaparramiento en el genotipo IA35 x IA24 se presentó sólo en este híbrido y la presencia del rayado fino en el genotipo IA49 x 78, estas enfermedades que se presentaron no afectaron en la capacidad productiva siendo muy resistentes.

En la diferencia significativa mínima en sanidad de mazorca tuvo una diferencia de 1 unidades entre el primer grupo y el segundo.

**CUADRO 6.** Comparación de medias (Tukey  $p=0.05$ ) para las variables evaluadas acame, plantas cosechadas, peso volumétrico, cuateo. En híbridos de maíz formados mediante la técnica CRISS CROSS. Cuautitlán Izcalli, México 1995.

<b>GENOTIPO</b>	<b>ACAME</b>	<b>PLANTAS COSECHADAS</b>	<b>PESO VOLUMÉTRICO (Kg/Ha)</b>	<b>CUATEO</b>
<b>IA49xIA24</b>	2 AB	33 A	744.4 AB	21 A
<b>IA24xIA49</b>	3 A	29 BC	720.0 ABC	18 A
<b>A-791</b>	3 A	30 AB	700.3 BCD	17 A
<b>FUMA 1157</b>	1 B	33 AB	746.1 AB	14 ABC
<b>IA35xIA24</b>	1 B	28 BC	737.6 ABC	14 ABC
<b>IA49x78</b>	1 B	26 C	683.6 D	15 AB
<b>IA35xIA64</b>	1 B	28 BC	777.0 A	13 ABC
<b>IA35x78</b>	1 B	27 BC	731.3 ABCD	12 ABCD
<b>H-135</b>	2 AB	27 BC	749.0 AB	6 BCDE
<b>FUMA 1159</b>	1 B	31 AB	724.7 AB	5 CDE
<b>IA24xIA64</b>	1 B	31 AB	744.7 AB	3 E
<b>H-137</b>	3 A	28 BC	690.9 C	3 E
<b>DSM*</b>	2	4	50.91	9

**DSM\*** Diferencia significativa mínima.

Con respecto a la variable peso de 200 granos se establecieron 2 grupos de significancia, en el primer grupo se ubicaron casi todos los genotipos los cuales presentan una significancia estadística igual pero numéricamente diferentes que va de 52.4 a 69.2 gramos. En el segundo grupo el genotipo A-791 registro el menor peso de 200 granos con 50.1 gramos (Cuadro 7).

En la diferencia significativa mínima en peso de 200 granos tuvo una diferencia de 17.3 unidades entre el primer grupo y el segundo.

Para la longitud de mazorca, se definieron 2 grupos, el primer grupo de significancia presentó las mazorcas con mayor longitud de mazorca siendo estos estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes que van de 17.3 a 20.0 centímetros, el segundo grupo de significancia con los genotipos de menor tamaño, con 16.2 a 15.7 centímetros de longitud de mazorca (cuadro 7).

En la diferencia significativa mínima en longitud de mazorca tuvo una diferencia de 3.0 centímetros entre el primer grupo y el segundo.

En la variable de hileras por mazorcas hubo 2 grupos de significancia: H-137 presentó el valor más alto de hileras por mazorca con 18 hileras, la mayoría de los genotipos (IA49 x IA24 ), (IA24 x IA49), (IA35 x IA24), (IA49 x 78), (IA35 x IA64), (IA35 x 78), H-135, PUMA 1159, (IA24 x IA64) exhibieron 16 hileras por mazorca, en cambio los valores más bajos fueron A-791 y PUMA 1157 con 14 hileras por mazorca (Cuadro 8).

CUADRO 7. Comparación de medias (Tukey  $p=0.05$ ) para las variables evaluadas, sanidad de mazorcas, sanidad de planta, 200 granos, longitud de mazorcas. En híbridos de maíz formados mediante la técnica CRISS CROSS. Cuautitlán Izcalli, México 1995.

GENOTIPO	SANIDAD DE MAZORCAS	SANIDAD DE PLANTA	PESO DE 200 GRANOS (G)	LONGITUD DE MAZORCAS (cm)
IA49 x IA24	9 A	1 B	59.1 AB	16.2 B
IA24 x IA49	8 AB	1 B	52.4 AB	17.2 AB
A-791	9 A	2 A	50.1 B	20.0 A
PUMA 1157	8 AB	1 B	60.7 AB	16.5 B
IA35 x IA24	8 AB	1 B	54.2 AB	16.3 B
IA49 x 78	8 AB	1 B	69.2 A	17.5 AB
IA35 x IA64	8 AB	1 B	53.5 AB	16.5 B
IA35 x 78	8 AB	1 B	61.4 AB	17.3 AB
H-135	8 AB	2 A	51.9 AB	18.7 AB
PUMA 1159	8 AB	1 B	62.1 AB	17.3 AB
IA24 x IA64	8 AB	1 B	61.3 AB	15.7 B
H-137	7 B	2 A	58.8 AB	14.7 B
DSM*	2	1	17.3	3

DSM\* Diferencia significativa mínima

En la diferencia significativa mínima en hileras por mazorca tuvo una diferencia de 2 hileras entre el primer grupo y el segundo.

Para granos por hileras se observó que el valor más alto correspondió a H-135 con 37 granos por hilera y el menor al H-137 con 27 granos por hilera (Cuadro 8).

En la diferencia significativa mínima en granos por hileras se obtuvo una diferencia de 6 granos por hileras entre el primer grupo y el segundo.

Para al variable diámetro de mazorca el genotipo con valor más alto fue PUMA 1159 con 5.0 cm y el más bajo fue de 4.3 con 4.5 cm (Cuadro 8).

En la diferencia significativa mínima en diámetro de mazorca tuvo una diferencia de 0.38 centímetros entre el primer grupo y el segundo.

En la variable de diámetro de olote, los genotipos A-791, y PUMA 1157 con un diámetro de 3 centímetros fueron los de mayor diámetro de olote. En el segundo grupo todos los genotipos son significativamente y numéricamente iguales con un diámetro de 2 centímetros de diámetro de olote respectivamente (Cuadro 8).

En la diferencia significativa mínima en diámetro de olote tuvo una diferencia de 0.35 centímetros entre el primer grupo y el segundo.

CUADRO 8. Comparación de medias (tukey  $p = 0.05$ ) para las variables evaluadas, hileras por mazorca, granos por hileras, diámetro de mazorca, diámetro de olote. En híbridos de maíz formados mediante la técnica CRISS CROSS. Cuautitlán Izcalli, México 1995.

GENOTIPO	HILERAS POR MAZOR- CAS	GRANOS POR HILERA	DIAMETR O DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE OLOTE (cm)
IA49 x IA24	16 AB	31 AB	4.4 A	2.3 B
IA24 x IA49	16 AB	35 A	4.4 A	2.2 B
A-791	14 B	34 A	4.5 A	3.0 A
PUMA 1157	14 B	32 AB	4.4 A	3.0 A
IA35 x IA24	16 AB	34 A	4.3 A	2.3
IA49 x 78	16 AB	31 AB	4.4 A	2.3 B
IA35 x IA64	16 AB	33 AB	4.4 A	2.2 B
IA35 x 78	16 AB	33 AB	4.4 A	2.3 B
H-135	16 AB	37 A	4.5 A	2.3 B
PUMA 1159	16 AB	34 A	5.0 A	2.4 B
IA24 x IA64	16 AB	32 AB	4.6 A	2.2 B
H-137	18 A	27 AB	4.6 A	2.1 B
DSM*	2	6	0.38	0.35

DSM\* Diferencia significativa mínima

En la variable para granos por mazorca se observa en el cuadro 9, dos grupos de significancia, en el primer grupo se ubicaron la mayoría de los genotipos estudiados. H-135 tuvo el mayor número de granos por mazorca con 612 granos (Cuadro 9).

En la diferencia significativa mínima en granos por mazorca, se obtuvo una diferencia de 132.08 entre el primer grupo y el segundo.

Para la variable porcentaje de materia seca se definieron dos grupos de significancia, los valores más altos correspondieron a los híbridos H-137 y IA35 x IA24 con 82 % de materia seca, los valores más bajos correspondientes a (IA24 x IA49), (IA49 x 78), (IA24 x IA64) con 76% (Cuadro 9).

En la diferencia significativa mínima en porcentaje de materia seca, tuvo una diferencia de 5 % entre el primer grupo y el segundo.

CUADRO 9. Comparación de medias (Tukey  $p=0.05$ ) para las variables evaluadas, granos por mazorca, porcentaje de materia seca. En híbridos de maíz formados mediante la técnica Criss Cross. Cuautitlán Izcalli, México 1995.

GENOTIPO	GRANO POR MAZORCA	PORCENTAJE DE MATERIA SECA (%)
IA49 x IA24	485 AB	76 B
IA24 x IA49	530 AB	77 AB
A-791	494 AB	77 AB
PUMA 1157	479 B	78 B
IA35 x IA24	514 AB	82 A
IA49 x 78	460 B	76 B
IA35 x IA64	526 AB	80 AB
IA35 x 78	490 AB	77 AB
H-135	612 A	79 AB
PUMA 1159	557 AB	79 AB
IA24 x IA64	508 AB	76 B
H-137	487 AB	82 A
DSM*	132	5

DSM\* Diferencia significativa mínima

## V. DISCUSION.

De los resultados de los análisis de varianza obtenidos para las diferentes variables evaluadas. Se infiere que en los tratamientos la mayoría de las variables registraron diferencias altamente significativas, en cambio para repeticiones se observó que la mayoría de las variables no fueron estadísticamente significativas. Aunque existieron diferencias numéricas en capacidad productiva entre los 12 genotipos.

Como se observa en la figura 4 los rendimientos totales de semilla, las cruza simples obtuvieron altos rendimientos superando a los PUMAS y testigos. El IA49 x IA24 el que tuvo más alto rendimiento con 12 612 Kg/ha. al modificar el orden de cruza original de participación de los progenitores con la técnica criss cross (combinación alternativa) quedando IA24 x IA49, tuvo un rendimiento de 11 329 Kg/ha donde la diferencia es de 1 283 Kg/ha lo cual representa un 10.17 % menos, lo que confirma que las cruza simples son de un alto rendimiento con respecto a las cruza dobles y trilineales (Jugenheimer, 1981).

Como se observa en la figura 4 el H-137 que es el híbrido que se recomienda para los valles Altos ubicados de 2200 a 2350 mnsnm, fue el que tuvo más bajo rendimiento (6 021 Kg/ha), lo cual podría deberse en parte al propio ciclo vegetativo y su constitución como cruza doble (Tadeo, 1991), en cambio el más alto rendimiento fue para el genotipo (IA49 x IA24) lo cual señala la conveniencia de modificar el orden original de participación de los progenitores con la técnica "Criss Cross" (combinación

COMPARACION DE MEDIAS DEL RENDIMIENTO DE  
 MAIZ EVALUADAS EN LA FES-CUAUTILAN.  
 BAJO CRISS CROSS.

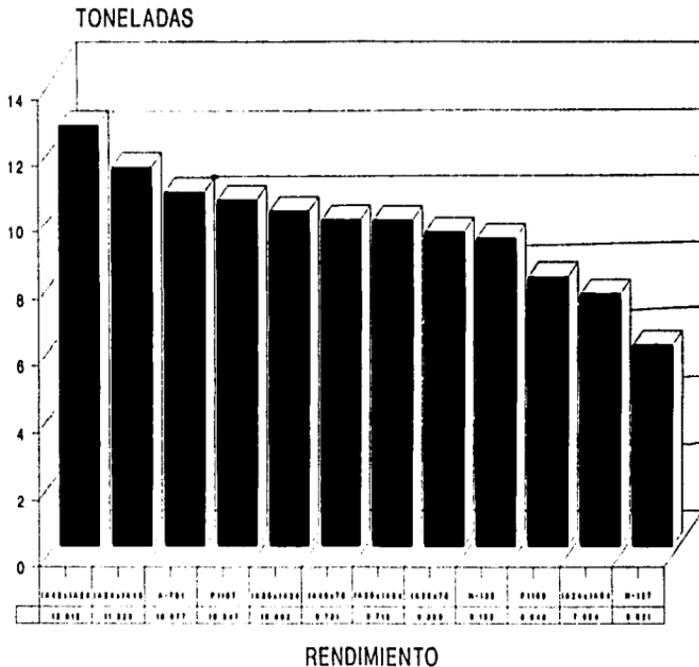


FIGURA 4

alternativa) del PUMA 1157, para eliminar diferenciales a floración entre los progenitores de los híbridos, en el caso de IA49 x IA24, este rindió 12 612 Kg por hectárea además su floración femenina ocurrió a los 82 días, al relacionarse esta floración con la floración masculina de la línea IA64 (89 días), se deduce que persiste un diferencial a floración de 7 días para producir semilla del PUMA 1157, al analizar para el híbrido de maíz PUMA 1159, cuyo progenitor (IA35 x IA24) rindió 10 002 Kg/ha y llegó a floración femenina a los 82 días, como la línea IA64 llegó a floración masculina a los 89 días, se repite en forma similar lo que ocurre para PUMA 1157, o sea que el diferencial a floración es de 7 días.

El diferencial a floración de siete días para ambos híbridos de maíz (PUMA 1157 y PUMA 1159), es menor que si se usara el esquema original, donde (IA24 x IA64) participa como hembra, en este caso el diferencial sería de 16 días. Para PUMA 1157 y de 21 días para PUMA 1159 ya que IA49 floreo a los 97 días e IA35 floreo a los 102 días, lo anterior ocurre de forma similar a lo que reporta Tadeo (1991), para el híbrido H-137 de Valles Altos.

Como se puede observa el uso de una nueva conformación, disminuye el diferencial a floración y mejora la coincidencia.

En la prueba de comparación de medias entre las combinaciones involucradas se observan, que los genotipos experimentales de cruce simple expresaron de manera lógica rendimientos de grano más altos que las combinaciones de cruces trilineales.

Estadísticamente casi todas resultaron similares a excepción del H-137(6 021

Kg/ha), que presentó el rendimiento más bajo (6 021 Kg/ha). En forma general se esperan rendimientos más altos cuando se siembran híbridos de 3 líneas, con respecto a los híbridos dobles; la explicación genética, es que se generan los mayores efectos de la heterosis en la combinación de genes al cruzar 2 líneas puras y podría ser menor la heterosis al utilizar 3 líneas y menos aun cuando intervienen 4 líneas en los híbridos porque hay más recombinaciones y segregación de genes (Robles, 1986).

La similar capacidad estadística en la productividad de las diferentes combinaciones de orden de progenitores de los PUMA, podría deberse a el uso de pocas repeticiones en la evaluación, sin embargo se observa que para definir la estrategia de producción de semilla de estos híbridos, la información obtenida es de importancia para completar su tecnología de producción de semillas.

Las cruza simples presentaron los más altos rendimientos. Lo cual es interesante ya que sobre estas cruza se produciría semilla de los híbridos trilineales; para lo cual conviene tener presente que PUMA 1157 produjo como híbrido trilineal 10 341 Kg/ha, muy similar al A-791 que rinde 10 577 Kg/ha y numéricamente superiores al H-135 que produjo 9 182 Kg/ha, de acuerdo con otros estudios PUMA 1157 ha superado consistentemente al H-135 (Espinosa *et al.*, 1996).

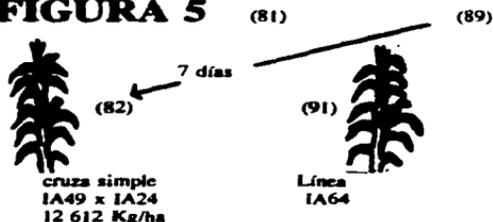
Considerando la capacidad productiva de cada una de las combinaciones utilizadas, así como los datos de floración, la hipótesis que señalar que la técnica "Criss Cross" permite tener mayor sincronía a floración, podría ser aceptada.

De los resultados de rendimiento destacan por su productividad las dos combinacio-

nes simples IA49 x IA24 y IA24 x IA49 cabe destacar que en un caso es la cruce directa y en el otro la cruce recíproca, para definirse el orden más conveniente para la producción de la semilla de esta cruce simple deberán ser evaluadas ambas líneas con respecto a su capacidad productiva, para en base a ello, determinar cual de ellas conviene para ser utilizada como hembra: aún cuando en este trabajo hubo esta diferencia numérica hacia IA49 x IA24, en otros trabajos se ha definido poca influencia por el orden de cruce de los progenitores (Espinosa *et al.*, 1995).

Combinación "Criss Cross":

## FIGURA 5

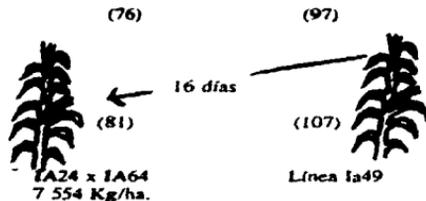


En este caso hay un diferencial a floración de siete días, requiriéndose la siembra de la línea IA64 y siete días después la cruces simple para lograr 100% de coincidencia.

Semilla de híbridos trilineal PUMA 1157.

Combinación original.

## Figura.6



En este caso hay un diferencial de floración de 16 días entre la cruz simple hembra y la línea macho.

Considerando los objetivos de este trabajo, las combinaciones simples alternativas podrían ser una opción en producción de semillas de los híbridos PUMAS de maíz, aunado a su menor sincronía en la floración de los progenitores es decir cruz simple hembra en cruzamiento con la línea macho progenitora.

Es importante señalar la ventaja de aplicar la técnica CRISS CROSS en los genotipos estudiados, ya que en base a su nivel de sincronía original se observa que la

sincronía disminuye de 16 días a siete días cuando se emplea una combinación alternativa.

Con respecto a la variable altura de planta, el genotipo IA24 x IA64 de cruce simple fue de 240 centímetros, lo que representa 27 cm menos con respecto a la cruce (IA49 x IA24) que exhibió una altura de planta de 267 cm, lo anterior es una desventaja de la cruce alternativa para el desespigue, ya que a menor altura de planta, esta labor se facilita, pero en este caso como ya se ha mencionado el aspecto relevante, lo constituye la coincidencia a floración.

Para la variable de altura de mazorca el genotipo IA24 x IA64, tuvo una altura de 130 cm siendo la menor con respecto a los demás genotipos. H-135 y H-137, con una altura de mazorca de 182 a 194 centímetros, mostraron los mayores valores en altura de mazorca, lo que se relaciona con la variable de acame ya que se observó en campo que estos genotipos se acamaron teniendo calificaciones altas, lo que repercute en bajas en el rendimiento debido en forma lógica a que a mayor altura de la mazorca el peso y la presión de los vientos va provocan que mayor acame de la planta (Espinosa, 1996)<sup>1</sup>.

Cabe aclarar que estos experimentos son manejados sin aplicar atierre o escardar, por lo que los testigos A-791,

H-135 y H-137, y un experimental (IA24 x IA49) tuvieron mayor acame con respecto a los pumas y los experimentales, pero el nivel de afectación en general fue bajo, no afectando en forma importante el rendimiento de los testigos (Cuadro 6).

---

<sup>1</sup> COMENTARIO PERSONAL.

Al prescindir del atirre, los agricultores se pueden ahorrar una labor cultural, con lo cual disminuye los costos de producción, pero además en caso de viento, después de lluvias fuertes se evita en cierto grado el acame.

Variables como peso de 200 granos y peso volumétrico, Espinoza, (1985), están relacionadas con el rendimiento.

El IA35 x IA64 tuvo un peso volumétrico de 777 Kg/HL y de 200 granos y 53 gramos, de peso de 200 granos siendo uno de los más altos con respecto a los testigos A-791, H-135 y H-137 y los PUMAS, los experimentales son de cruza simple, y los PUMAS trilineales.

## VI. CONCLUSIONES.

Basándose en los objetivos e hipótesis planteados, los resultados y el análisis de los mismos se derivan las siguientes conclusiones:

1. La técnica crisa cross, es decir al modificar el orden de combinación de progenitores, de los híbridos PUMA 1157 y PUMA 1159, el diferencial a floración masculina y femenina, de los progenitores hembra y macho disminuyo de 16 días a siete días en ambos híbridos.
2. La producción de semilla bajo la nueva conformación de las cruza simples progenitoras de los híbridos de maíz PUMA 1157 y PUMA 1159, es decir (IA49 x IA24) y (IA35 x IA24) permiten la obtención de mayores rendimientos de semilla en ambos casos que cuando se emplea (IA24 x IA64) como cruza simple de ambos híbridos PUMAS de maíz.
3. El híbrido PUMA 1157 con 10 341 Kg/ha similar al A-791 (10 577 Kg/ha), que aun cuando no en forma significativa, numéricamente superó al H-135 en 12.6%.
4. La técnica "Criss Cross" aplicable a diversos tipos de híbridos de maíz, no apreciándose efectos adversos, ni reducciones en rendimiento manteniéndose la calidad genética, ante lo cual los costos de producción son menores con las ventajas de la coincidencia, lo que propicia una mayor rentabilidad para los productores de semilla.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

69

## VII BIBLIOGRAFIA.

**Airy, J.M., Tatum y J.R.J.W:** Serenson 1962. Producción de semilla híbrida y sorgo para grano. En: Semillas. Trad. del inglés por Antonio Marino y Panfilo Rodríguez. Ed Ceca, México.

**Aldrich, S.R. y E.R.Leng.** 1974. Producción moderna del maíz. E.D.Hemisferio sur. Argentina.

**Allard, R.W.** 1961. Relationship between genetic diversity and consistency of performance indifferent environment. *Crop. SCI.* 1:127-133.

**Asteiza B., S. Solís M. y A. Espinosa C.** 1990. Efecto de la producción de semilla de híbrido de maíz H-137. Resúmenes del XII Congreso Nacional de Fitogenética. Escuela Superior de Agricultura "Hermanos Escobar". CD Juárez, Chich. México.

**Asteiza B.G., A. Espinosa C.** 1988. Efecto del alcohado con plásticos en los días de floración en maíz H-149E. Resúmenes del XII Congreso Nacional de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México.

**Badillo N., E.** 1981. El sistema en México. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

**Barrientos P., F.J.** 1962. Aprovechamiento de cruza intervariables en el programa de mejoramiento de maíz en la mesa central. Tesis de M.C. Colegio de posgraduados, Chapingo, México.

**Bartolini, R.** 1990. El Maíz. Versión española: A. Rodríguez del Rincón. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Caro V.,F.J.1987.Estudio metodológico para determinar fórmulas óptimas de producción de semillas de maíz de buena calidad.  
Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

Celis A.,H. 1987. Problemática de la producción de semilla híbrida de maíz en la mesa Central de México. Memorias de la 1ª. Reunión Nacional Sobre Producción de Semillas en México.Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México.

Cervantes R.,J.,J.Rodríguez V. y j. Guevara C. 1987. Listado de Variedades por el INIA.INIFAP,SARH. México, D.F. México.

CIMMYT.1987.Hechos y tendencias mundiales relacionados con el maíz en 1986:Aspecto Económicos de la producción de Semillas de Variedades Comerciales de Maíz en los países Desarrollados. México.

Cisneros D.J.1987. Problemática de la producción de semilla de los cultivos básicos (maíz, trigo, y arroz).En: Memorias de la 1ª Reunión Nacional Sobre Producción de Semillas en México.

Cloninger,F.,S.Zuber M. y D Horrocksr.1974.Synchronization of flowering in corn (Zea mays L.) by Clipping Young Plants Agron.

Corzo S.J.C.1991. Estación de crecimiento y potencial térmico para cultivos básicos en el Estado de México.  
Tesis de Licenciatura.Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan,México.

Curtis,D.L.1982.Algunos aspectos de la producción de semilla de Zea mays L. (Maíz en E.U.A. En P.D. Hebbletwalte,Ed) Producción moderna de semillas. Traducción del inglés por Federico Stanham.Ed Hemisferio Sur.Montevideo, Uruguay.

Craing,W.F.1977. Production of hybrid cord seed. En A.F.Sprague(ed) Cord and Cord Improvement. American Society of agronomy, Publisher Madison, Agronomy 18. Wisconsin, USA.

**De la Teja A.O.1982. Estudios de la características edáficas de los suelos de la FES.UNAM. Departamento de Ciencias Agrícolas.**

**De la Loma, J.L.1966. Genética general y aplicada. Ed. UTEHA, 3a.Ed. México.**

**Doxtator,C.W.y I.J.Johnon.1986. Prediction of double cross yield in corn, Agron.J.2-8:460-462.**

**Donald,C.W.1963. Competitionamong crop and pasture plants. Adv Agron.**

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

**Eckhardt,R.C.y A.A.Bryan,1990. Effect of the method of combining two late inbred lines of corn upon the yield and variability of the resulting double. Agron. 32:645-656.**

**Emsweller, S. L. Procedimientos basicosen el mejoramiento de los cultivos. En: Semillas.The Yearbook of Agriculture.USDA.**

**Espinosa C., A. y A. Carballo Carballo, 1984. Obtención de híbridos de maíz de alto rendimiento para condiciones de riego en alturas intermedias Bajío-Valles Altos. Resúmenes del X Congreso Nacional de Fitogenética, Sociedad Mexicana de Fitogenética, Aguascalientes, Ags. México.**

**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, México.**

**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 de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México.**

Espinosa, C., A. y M.Tadeo R. 1992. Producción de semillas de híbridos de maíz aprovechando la técnica de Criss Cross para mejorar coincidencia a floración y productividad. Premio Cesar A.Garza, Asociación Mexicana de Semilleros.A.C., Cuautitlán Izcalli, México.

Espinosa C. A y C. Tut y C. 1990. Tecnología de producción de semillas del híbrido de cruza doble H-137 de Valles Altos En: Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Fitogenética, ESAHE Cd. Juárez. Chihuahua, México.

Espinosa C.,A.,M. Tadeo R.,A.Piña D.V.1995. Estabilidad del rendimiento en híbridos de maíz por diferente orden de cruza en la producción de semilla. En: Agronomía Mesoamericana. Alajuela, Costa Rica. 6:98-103

Espinosa C., A., M.Tadeo R.,A. Piña D.V. y R.Martínez M. 1996. PUMA 1157 nuevo híbrido de maíz de riego para la zona de transición el Bajío-Valles Altos. FESC-UNAM, Cuautitlán Izcalli, México.

García M.E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Hoppen para adaptarlo a las condiciones de la república Mexicana. UNAM. México.

Green, J.M. 1949. Effect of flaming on the growth of inbred lines of corn, Agron.J.

Hayes, H.K. y I.J.Johnson. 1939. The brdding of improved selfed lines of corn. Agron.J.

Hallauer, A.R. y J.H.Sears. 1986. Influences of Time of Day and Silk Treatment on Seed Set in Maize, Crop Sci. 6:216-218

Jenkins, M.T. 1978. Maize breeding during the development and early of hybrid maize En: Wlden (ED) Maize breeding and genetics. Johnson Wiley and Sons Inc.

Jugenheimer P.,W.1981.Maíz, Traducción del inglés por R.Piña G:Ed Limusa, México, D.F.,México.

Márquez S. F.1988. Genotécnia Vegetal.Tomo II AGT. Editor.S.A.México.

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

Mayorquin L.,H.1979. Efecto de dosis de germoplasma tuxpeño en compuestos de maíz de las razas cónico y chalpeño. Tesis de M.C. Colegio de Posgraduados, Chapingo.México.

Molina G.,J.D. La varianza genética en el entorno del mejoramiento genético del maíz. En: Resúmenes del congreso, aguascalientes.México.

Piña V., A. 1992. Capacidad productiva de híbridos de maíz por diferente orden de combinación de progenitores. Tesis de Licenciatura, UNAM FES-Cuautitlán,México.

Poehlman J., M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad., al español por Nicolás Sánchez Durón. 7ª reimpresión Ed. Limusa Wiley, S.A. México.

Reyes C.P.1990. Fitogenotécnia básica y aplicada. A.G.T. Editor, S.A. México.

Robles S. R. 1986. Genética Elemental y Fitomejoramiento Práctico. Ed. LIMUSA S.A. México.

Sánchez E.,A.1987. Problemas de campo en la producción de semillas certificadas de maíz y sorgo. Memorias de la Reunión Nacional Sobre producción de Semillas en México. Sociedad mexicana de Fitogenética. Chapingo, México.

**Schnell E., A. 1973. Type of variety and average performance in hybrid maize. Ann. Genet. Sel. Anim.**

**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 Posgraduados. Montecillo, Méx.**

**Torres, M. C. 1992. La importancia alimentaria y la balanza producción-consumo del maíz En: Memorias del Tercer Simposium Nacional: El maíz en la década de los 90. S.A.R.H. Del jalisco. Zapopan, Jal. 3-6 de marzo de 1991.**