



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**POTENCIAL PRODUCTIVO DE GENERACIONES
AVANZADAS DE HÍBRIDOS
DE MAÍZ FÉRTILES Y ANDROESTÉRILES**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÍCOLA**

P R E S E N T A:

ISRAEL ARTEAGA ESCAMILLA

**ASESORES: DR. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERÓN
M.C. MARGARITA TADEO ROBLEDO**

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: **L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ**
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el Art. 28 del Reglamento de Exámenes Profesionales nos permitimos comunicar a usted que revisamos **LA TESIS:**

POTENCIAL PRODUCTIVO DE GENERACIONES AVANZADAS DE HÍBRIDOS DE MAÍZ FÉRTILES Y ANDOESTÉRILES.

Que presenta el pasante: **Israel Arteaga Escamilla**

Con número de cuenta: **09955251-6** para obtener el Título de: **Ingeniero Agrícola**

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

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 27 de Enero de 2012

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Ing. Vicente Silva Carrillo	
VOCAL	Ing. Edgar Ornelas Díaz	
SECRETARIO	Dr. Alejandro Espinosa Calderón	
1er SUPLENTE	Ing. Arturo Leodegario Ortiz Cornejo	
2do SUPLENTE	M.C. Oscar Horacio Guillén Ayala	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 120).
HHA/pm

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México en la cual tuve la oportunidad de ingresar como estudiante en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, en la carrera de Ingeniería Agrícola y actualmente tengo el honor de trabajar para tan bella institución.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT). Proyecto: "Mejoramiento genético para elevar productividad y calidad proteínica de nuevas variedades Puma de maíz" Clave: IT201312.

Al Dr. Alejandro Espinosa Calderón, Investigador Nacional Nivel III, por otorgarme una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), como ayudante de investigador; la cual ayudó durante y para la culminación de este trabajo.

Al Dr. Alejandro Espinosa Calderón y a la M.C. Margarita Tadeo Robledo por la confianza y apoyo siempre mostrados hacia mi persona, por los consejos y valiosa dirección de este trabajo. Además de haberme dado la oportunidad de pertenecer a este equipo de trabajo.

A los miembros del jurado, el Maestro Vicente Silva Carrillo, el Ing. Edgar Ornelas Díaz, el Ing. Arturo Leodegario Ortiz Cornejo y al M.C. Oscar Horacio Guillén Ayala, por las observaciones vertidas para la realización de este trabajo

A todo el equipo de trabajo del laboratorio de semillas por el apoyo brindado, particularmente a los Ingenieros Rafael Martínez, Isaías González, Cosme Tellez, Jazmín Serrano, Laura Denys Meza Guzmán, Enrique I. Canales Islas, Viridiana, Fátima Hagg y a Beatriz Martínez; por su amistad y por los gratos momentos vividos. También doy gracias a los más recientes integrantes de este equipo Alma Lili, Consuelo, Raymundo, Hugo y a Benjamín.

A todos los profesores que tuve durante mi vida de estudiante y en especial a los de la Carrera de Ingeniería Agrícola los cuales ayudaron a mi formación profesional.

A todos mis compañeros de la Generación 24 con los que pasé grandes aventuras en especial a la Ing. Fabiola de la Rosa, al Ing. Julio Cesar Robles y Elizabeth Dávila

Finalmente a todos los amigos y todas aquellas personas, que de alguna manera influyeron en mi formación como ser humano.

DEDIATORIAS

A mi madre Gabriela Escamilla Pérez por su ejemplo de lucha y de amor por la vida, mujer siempre trabajadora que nunca se da por vencida, ante los obstáculos que podamos encontrarnos en la vida.

A mi padre Rosendo Arteaga Cruz por ser ejemplo de perseverancia, trabajador incansable, porque todos los días lucha sólo por darnos lo mejor, gracias por la confianza y apoyo incondicional.

Gracias mamá y papá por enseñarnos que metas imposibles, no hay; que con trabajo y dedicación no se puedan alcanzar. Mil gracias.

A mis hermanos Albino, Claudia, Leticia, Gabriela y Sandra porque de todos y cada uno de ellos aprendo y sigo aprendiendo valiosas lecciones para la vida. Gracias por ser mi ejemplo a seguir.

ÍNDICE

	ÍNDICE DE CUADROS.	ii
	RESUMEN.	iii
1.	INTRODUCCIÓN.	1
1.1	Objetivo General.	3
1.2	Objetivos Particulares	3
1.3	Hipótesis.	3
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.	4
2.1	Importancia del maíz.	4
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.	7
3.1	Ubicación del lugar.	7
3.2	Diseño experimental.	7
3.3	Establecimiento del experimento.	7
3.4	Variables evaluadas.	9
3.4.1	Rendimiento.	9
3.4.2	Floración masculina.	9
3.4.3	Floración femenina.	9
3.4.4	Altura de planta.	10
3.4.5	Altura de mazorca	10
3.4.6	Longitud de mazorca	10
3.4.7	Número de hileras por mazorca.	10
3.4.8	Número de granos por hilera.	10
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	11
V	CONCLUSIONES	19
VI	BIBLIOGRAFÍA	20

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Cuadrados medios y significancia de variables evaluadas en la generación F1 y F2 de cinco híbridos de maíz a través de dos localidades en Valles Altos. Ciclo Primavera-Verano 2007.	11
Cuadro 2	Comparación de medias de localidades para diversas variables evaluadas considerando la media de la F1 y F2 de cinco híbridos de maíz de Valles Altos, Ciclo Primavera-Verano 2007.	12
Cuadro 3	Comparación de medias de cinco híbridos para diversas variables considerando la media de la F1 y F2 en dos localidades.	14
Cuadro 4	Comparación de medias de generación F1 y F2 para diversas variables evaluadas considerando la media de dos localidades de evaluación y cinco híbridos de maíz de Valles Altos, Ciclo Primavera-Verano 2007.	15
Cuadro 5	Rendimientos (kg ha^{-1}) obtenidos por híbridos de maíz en la generación F1 y F2 así como diferencias y porcentajes de la F2 respecto a la F1, considerando la media de dos localidades de evaluación. Ciclo primavera-verano 2007.	17

RESUMEN

En México, del total de la superficie en que se siembra maíz el 25% corresponde a semilla mejorada y en el 75 % restante, se utilizan semillas nativas (criollas), también se llega a sembrar del grano que obtienen de la siembra de semilla mejorada (generaciones avanzadas de híbridos). Hay resistencia a la adquisición cada año de semilla nueva, porque su precio, es el más elevado del mundo.

En los Valles Altos los híbridos de mayor superficie de siembra son H-50 y H-48.

Para verificar la respuesta en rendimiento de las generaciones F1 y F2, fueron evaluados los híbridos H-48, H-50 y H-153, H-50 AE y H-47 AE, en el ciclo primavera-verano 2007, en dos experimentos, uno en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM y el otro en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX). El análisis estadístico combinado detectó para el factor de rendimiento diferencias altamente significativas para localidades, genotipos, generaciones F1F2, así como la interacción genotipos por generaciones F1F2. La media de rendimiento fue 8560 kg ha⁻¹ y el coeficiente de variación fue de 18.8 %. En el CEVAMEX la media de rendimiento fue 10,053 kg ha⁻¹, diferente estadísticamente a la FESC donde la media fue 7,069 kg ha⁻¹. La generación F1 en promedio rindió 9,985 kg ha⁻¹, que representó 139.9 % con respecto a la generación F2 que produjo 7,137 kg ha⁻¹. Los resultados obtenidos ratifican que no es conveniente el uso de semilla de generación F2, por el decremento en productividad ya que la diferencia en rendimiento (2,848 kg) justifica la adquisición de semilla nueva cada ciclo.

Palabras Clave: *Zea mays* L., generaciones avanzadas F1 y F2, semilla mejorada y productividad.

INTRODUCCIÓN

En México se emplea alrededor del 25% de semilla mejorada de maíz (Espinosa *et al.*, 2009), pero en contraste, en los Valles Altos su uso es muy bajo 6% (Espinosa *et al.*, 2004); en la superficie restante, 75%, se utilizan semillas nativas (criollas), así como también el grano de la cosecha de semilla mejorada, una práctica común es sembrar semilla de generaciones avanzadas de híbridos, debido a que hay cierta resistencia por parte de los agricultores a la adquisición de semilla nueva cada año, (Ortiz 1990; Espinosa *et al.*, 1994; Soriano y Salgado, 2002; Coutiño *et al.*, 2004), en parte porque el precio de la semilla en México es el más elevado del mundo, ya que 1000 semillas alcanzan un precio de 2.71 dólares, a diferencia de 1.34 dólares, por 1000 semillas, en Estados Unidos de Norteamérica (Espinosa *et al.*, 2008; Espinosa *et al.*, 2009); lo anterior se ha agudizado a partir de la distorsión del sistema de semillas en México en gran parte, por el cierre de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), la cual era la receptora de las variedades mejoradas desarrolladas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) incrementándose la participación de empresas privadas, pasando su participación de aproximadamente 13% en 1970, para 1993 fue del 90% (Espinosa *et al.*, 2003 a) y en 2009 tan sólo 95% de la semilla híbrida de maíz, la produjeron grandes empresas transnacionales el resto por las demás empresas (Luna *et al.*, 2012), además los productores prefieren no depender de otras semillas, es decir controlar su manejo, como lo han hecho desde hace más de 330 generaciones (Boege 2009; Turrent y Espinosa 2006; Turrent 2009 a; Turrent 2009 b).

De esta manera se emplea con frecuencia semilla de segunda generación (F2), ó aún semilla de generaciones más avanzadas, obtenidas de la propia parcela, o bien del agricultor vecino; que si haya invertido en la compra de semilla mejorada (Coutiño *et al.*, 2004; Martínez *et al.*, 2006). Lo anterior propicia menor rendimiento promedio que va desde el 12% al 45% (Ortiz 1990; Espinosa *et al.*, 1998; De León, *et al.*, 1998; Soriano y Salgado 2002; Coutiño *et al.*, 2004; Espinosa *et al.*, 2005). De ahí que, de acuerdo con Martínez *et al.* (2006), la siembra de generaciones avanzadas se haya extendido en varias regiones maiceras de México (Ramírez *et al.*, 1986; Coutiño *et al.*, 2004; Espinosa *et al.*, 2005).

La reducción del rendimiento de la generación F2 con respecto a la F1, puede depender de varios factores entre los cuales está la estructura y conformación de cada híbrido (trilineal, simple, doble), así como de la naturaleza de los propios progenitores, nivel de endogamia de sus líneas (Espinosa *et al.*, 1994; Espinosa 1998), también influyen los diferentes genotipos que se manejan en las diferentes áreas ecológicas de México (Ramírez *et al.*, 1986; Ortiz 1990; Espinosa *et al.*, 1998; Soriano y Salgado 2002; De León *et al.*, 1998). En los Valles Altos en los últimos años se han venido sembrando los híbridos H-48 y H-50, actualmente son los maíces mejorados de mayor superficie sembrada (Espinosa *et al.*, 2003 b; Espinosa *et al.*, 2004 b; González *et al.*, 2007; González *et al.*, 2008), en el periodo 2000-2010 se sembraron 215.49 y 592.6 Ton. de semilla respectivamente (Aboites 2012). En varios casos, en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX), se ha desarrollado la versión androestéril de estos híbridos. Ya que no se conoce el comportamiento de este tipo de híbridos en la generación F2 con respecto a la generación F1, se considera importante definir la capacidad de rendimiento en la generación F1 y el nivel de reducción en el rendimiento de estos híbridos en la generación F2.

1.1 Objetivo General.

En este trabajo se plantea evaluar la generación F1 y F2 de híbridos de maíz en su versión fértil y androestéril, en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC), UNAM:

1.2 Objetivos Particulares.

1. Definir el nivel productivo de la generación F2 de híbridos de maíz (H-48, H-50, H-153, H-50 AE y H-47 AE) con androesterilidad y fertilidad normal de Valles Altos.
2. Establecer el beneficio económico al emplear semilla F2 con respecto a la F1 de híbridos androestériles y de fertilidad normal en híbridos de maíz de los Valles Altos.

1.3 Hipótesis.

1. El rendimiento y ciertas características genotípicas se afectan en la F2 de híbridos de maíz de Valles Altos.
2. El nivel de reducción del rendimiento de la generación avanzada F2 de híbridos es diferencial y depende del material de donde procede.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

En base al fenómeno genético de la hibridación, se incrementaron a nivel mundial los niveles de producción y productividad en forma espectacular; se pudo contar con mayores volúmenes de grano de maíz; en buena medida la hibridación ayudó a que ahora el maíz sea el cultivo del cual se produce mayor volumen de grano en el mundo (760 millones de toneladas). El desarrollo de híbridos, sus explicaciones y bases teóricas se establecieron en 1908, por East y Shull, sin embargo con base a los trabajos de Jones, hasta la década de los años treinta, fue utilizada en forma comercial extensiva semilla de híbridos de maíz en Estados Unidos de Norteamérica.

Actualmente en Estados Unidos de Norteamérica se emplea en 99% de la superficie cultivada con maíz (más de 30 millones de hectáreas), semilla de híbridos. Algunos estudios han mostrado que cerca del 40 a 50% de los incrementos en rendimiento desde 1930 en USA se deben a incrementos en fertilizantes nitrogenados y mayores densidades de población, mientras que el otro 50 a 60% de ganancia es debida a cambios en el genotipo, en este caso al uso de híbridos. De un rendimiento medio inferior a 2.0 ton/ha en 1920, el rendimiento actual en USA es superior a 8.0 ton/ha, anualmente se ha incrementado en 10% el rendimiento. Otras especies donde ha sido importante el desarrollo de híbridos son sorgo y girasol, recientemente se incrementa el uso de híbridos de arroz en China e India. También se emplean híbridos en hortalizas y flores.

2.1 Importancia del maíz.

El maíz significa trabajo, moneda, pan e inclusive religión; el maíz representa un bienestar social en y entre los pueblos que lo producen, evitando así, la dependencia del extranjero y resguardando su soberanía al no tener que importar este producto básico (Reyes, 1990).

En México el mejoramiento genético del maíz, se ha realizado con mayor importancia en las áreas de riego y de buen temporal, por lo que se ha puesto poca atención a las áreas de temporal deficiente (De León *et al.*, 1998).

La poca disponibilidad por falta de recursos económicos, de semilla de alta calidad física y genética ha obligado a los productores de maíz a buscar alternativas al uso de semilla mejorada, por lo que una práctica muy extendida en algunas zonas del país, ha sido el uso de generaciones avanzadas de híbridos comerciales. Los cuales por lo general han superado en calidad y rendimiento a los materiales nativos de la región (De León *et al.*, 1998; Gaytan *et al.*, 2005).

El caso trascendente de uso de híbridos en México ocurrió en el estado de Sinaloa, donde a partir de 1992 con el empleo de híbridos en las áreas de riego en 500 mil hectáreas, la producción media se incrementó de 1.8 ton ha⁻¹ a 9.5, siendo actualmente el estado que obtiene mayor producción de maíz. Sin embargo a nivel nacional el uso de híbridos es de 19% de la superficie total cultivada de maíz (8.5 millones de hectáreas).

Un híbrido de maíz, en su forma más sencilla es el resultado de la cruce de dos líneas (A X B), cada línea se obtiene a través de autofecundaciones repetidas varios ciclos, generalmente más de siete ciclos de autofecundación, lo que hace que las plantas dentro de cada línea sean muy uniformes y emparentadas entre si por la endogamia provocada, generándose homocigosis.

Cuando se combinan dos líneas de maíz, no emparentadas, se genera el máximo nivel de heterosis, también conocido como vigor híbrido, utilizado comercialmente en maíz, sorgo, girasol y otros cultivos, el propósito es identificar y seleccionar líneas que combinen genes deseables provenientes de ambos progenitores (Téllez C. 2008), recientemente se han incorporado al desarrollo de híbridos los cultivos de arroz y trigo.

Existen diferentes tipos de híbridos de maíz: híbridos simples, híbridos trilineales, híbridos dobles, híbridos simples modificados, híbridos varietales, híbridos no convencionales. Además existen las

llamadas variedades de polinización libre como son: variedad sintética, variedad mejorada, variedad nativa (criolla o indocultivar), estos últimos se generan por métodos de selección.

Una diferencia importante de híbridos y variedades es que en el caso de los primeros debe utilizarse semilla nueva cada ciclo de cultivo, en cambio en las variedades puede utilizarse semilla de la propia parcela del agricultor por tres o cuatro años (Espinosa y Tadeo, 1997). El uso de semilla de híbridos de maíz requiere de la adquisición de semilla nueva cada año, lo que frecuentemente no es aceptado por agricultores, por el precio elevado en México, ya que México es el país donde se comercializa la semilla de maíz al precio más elevado del mundo (Espinosa *et al.*, 2004b), otro factor en algunos casos es que en lugares alejados es difícil tener acceso a semilla nueva. Sin embargo esta práctica, se sabe que redundará en menor rendimiento, lo cual depende de la conformación de cada uno de los híbridos estas son razones por la cual se emplea semilla de la propia parcela o bien lo que se llama semilla de segunda generación (F2), cuando se trata de colecta de semilla después de sembrarse un híbrido. Esta práctica propicia menor rendimiento (Molina, 1984; Ramírez *et al.*, 1986; Ortiz, 1990; Soriano y Salgado, 2002; Espinosa *et al.*, 2005; Espinosa *et al.*, 2008), lo cual depende de la conformación de cada híbrido (trilineal, simple, doble), así como la naturaleza de los propios progenitores, nivel de endogamia de sus líneas (Espinosa *et al.*, 1994), también influyen los diferentes genotipos que se manejan en las diferentes áreas ecológicas de México (Ramírez *et al.*, 1986; Ortiz, 1990).

En los Valles Altos los últimos años se han venido sembrando los híbridos H-48 y H-50 en superficies superiores a 10,000 hectáreas y 25,000 hectáreas respectivamente (Espinosa *et al.*, 2003b; Espinosa *et al.*, 2004b), los cuales han mostrado un impacto económico positivo (Gonzales *et al.*, 2007; González *et al.*, 2008), el híbrido H-47 AE al igual que el H-48 son híbridos trilineales. Al no definirse cual es el comportamiento de este tipo de híbridos en la generación F2 con respecto a la generación F1, por ello es importante analizar el nivel de reducción en el rendimiento de estos híbridos, además que algunos son todavía experimentales. Adicionalmente se cuenta con versiones androestériles de algunos híbridos de maíz, por lo que sería conveniente definir lo que ocurre si se utiliza comercialmente este tipo de híbridos en una generación F2.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del lugar.

El presente trabajo se estableció en dos experimentos uniformes, uno en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM bajo condiciones de temporal; y el otro en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX) con riego de auxilio, en los cuales se evaluaron las generaciones F1 y F2 de los híbridos trilineales H-48 y H-153 y el híbrido doble H-50 así como las versiones androestériles de los híbridos H-47 AE y H-50 AE.

3.2. Diseño experimental.

Se empleó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, el análisis estadístico combinado, corresponde al de un arreglo factorial (genotipos, generación F1/F2 e interacción genotipos x generación F1/F2), se realizó la comparación de medias por el método de Tukey a una probabilidad de error del 0.05 de significancia, para cada una de las variables registradas.

Los datos se analizaron utilizando el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1999).

3.3. Establecimiento del experimento.

La preparación del terreno se realizó de forma mecánica y consistió en barbecho, rastrado, cruza y surcado a 80 cm. Se empleó la fórmula 80-40-00, en una sola aplicación. La fuente de N fue Urea (46% de N) y para P fue Fosfato de amónico (18-46-00 de P).

En ambas localidades la siembra se realizó la primera semana de junio de 2007, a tapa pie depositando 3 semillas por sitio cada 50 cm. En el experimento de CEVAMEX se preparó en forma similar el terreno, empleándose la misma fórmula 80-40-00, en aplicación a la siembra y una segunda aplicación con la fórmula 40-00-00, en la segunda escarda, en ambas aplicaciones la fuente de N fue Urea (46% de N) y para P fue Superfosfato de Calcio Triple (46% de P).

El control de malezas se realizó con productos químicos haciendo dos aplicaciones durante el ciclo, la primera en preemergencia, un día después de la siembra, utilizando una mezcla de 3 ℓ de Hierbamina más 3 kg de Gesaprim por hectárea, la segunda aplicación fue 20 días después de la siembra en el caso de la FESC-UNAM y un día después de la segunda escarda en el experimento de CEVAMEX, utilizando una mezcla de 3 ℓ de Sansón más 3 ℓ de Hierbamina más 3 kg de Gesaprim, por hectárea.

En ambos sitios, el tamaño de parcela fue de un surco de cinco metros de longitud. La siembra se hizo en surcos con separación de 0.80 m., depositando tres semillas por sitio cada 0.50 m. aclarando posteriormente para dejar una densidad de 62,500 plantas por hectárea.

La cosecha se realizó de forma manual en la segunda quincena de noviembre de 2007, para los dos experimentos, colectando todas las mazorcas, incluidas las dañadas, para tomar de ellas los datos correspondientes a humedad, porcentaje de grano/olote, así como las otras variables previamente establecidas.

3.4. Variables evaluadas.

3.4.1. Rendimiento. Para el rendimiento de grano se aplicó la fórmula:

Rendimiento = $(P.C. \times \% MS \times \% G) \times F.C.$ / 8600, donde:

P.C. = peso de campo de la totalidad de las mazorcas cosechadas por parcela expresada en kilogramos.

% MS = por ciento de materia seca de la muestra de grano de 5 mazorcas recién cosechadas.

% G = por ciento de grano

F.C.= Factor de conversión para obtener rendimiento por ha, se obtiene al dividir 10000 m² / el tamaño de la parcela útil en m².

8,600 = es un valor constante, que permite estimar el rendimiento con una humedad del 14%, a la cual se maneja el grano en forma comercial.

El resultado obtenido se expresa en kg ha⁻¹.

La formula anterior se aplica en forma generalizada para estimar rendimiento de maíz en experimentos similares a los de este estudio.

3.4.2. Floración masculina. Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta la aparición del 50% de las espigas, tirando polen.

3.4.3. Floración femenina. Se consideró el número de días desde la siembra y hasta la fecha en que el 50% de las plantas ya contaban con estigmas de 2 a 3 centímetros de longitud.

3.4.4. Altura de planta. Se tomó la medida desde la base de la planta o punto de inserción de las raíces hasta el punto donde la espiga comienza a dividirse, seleccionando 5 plantas al azar.

3.4.5. Altura de mazorca. De las mismas 5 plantas seleccionadas anteriormente, se midió la longitud desde la base de la planta hasta el nudo donde se inserta la mazorca más alta.

3.4.6. Longitud de mazorca. Se tomaron 5 mazorcas por parcela y se midieron sus longitudes desde la base hasta la punta, posteriormente se obtuvo el promedio como dato final.

3.4.7. Número de hileras por mazorca. Se obtuvo como dato final del promedio de la muestra de 5 mazorcas, contando las hileras que tenían.

3.4.8. Número de granos por hilera. Se cuentan los granos de una hilera por cada una de las 5 mazorcas y se obtiene un promedio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico combinado detectó para la variable rendimiento, diferencias altamente significativas para localidades, genotipos, generaciones F1/F2, así como la interacción genotipos por generaciones F1/F2, no así para el factor de variación repeticiones. La media para rendimiento fue de 8,560 kg ha⁻¹ y el coeficiente de variación de 18.8 % (Cuadro1).

En las variables floración masculina y femenina se definieron diferencias altamente significativas para los factores de variación localidad y genotipo, asimismo se detectaron diferencias significativas para la interacción genotipo x generación F1F2, en cambio para los factores de variación generación F1F2 y repetición, no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 1).

CUADRO 1. Cuadrados medios y significancia de variables evaluadas en la generación F1 y F2 de cinco híbridos de maíz a través de dos localidades en Valles Altos. Ciclo Primavera-Verano 2007.

Variable	Localidad	Genotipo	F1/F2	Repetición	Genotipo x F1/F2	Media	C.V. (%)
Rendimiento	178031605.3**	61412733.5**	162180350.5**	3938246.9	17438463.4**	8,560	18.8
Flor. Masc.	135.2**	37.5**	11.2	8.41	17.3*	82	2.9
Flor. Fem.	396.0**	35.9**	20.0	6.81	22.62*	83	3.0
Alt. Planta	47,824.2**	2243.8**	432.45	284.28	216.66	217	9.4
Alt. Mazorca	4,805.0**	362.10	84.05	352.36	250.26	107	18.8
Long/Mazca	2.8501	11.921**	16.471**	1.572	3.128	13.5	10.7
Hileras/Mazca	0.0125	9.393**	0.0125	0.279	1.918	16	8.3
Granos/Hilera	28.80	65.675**	72.20	1.4833	16.325	28	11.9
Granos/Maz	9636.0	4629.1	12005.0	825.7	9945.5	438	15.0

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

En la comparación de medias para localidades, el mejor comportamiento correspondió a la localidad del CEVAMEX, con un rendimiento medio de 10,053 kg ha⁻¹, diferente estadísticamente al rendimiento de la FESC-UNAM (7,069 kg ha⁻¹), lo anterior se debió probablemente a que en la localidad de CEVAMEX, el experimento se maneja bajo condiciones de riego, en cambio en la FESC-UNAM, el experimento se maneja en condiciones de humedad proveniente del temporal, lo que establece una diferencia que repercute en el rendimiento. En otras variables como floración femenina y masculina, altura de planta y mazorca, también se presentaron valores superiores y estadísticamente diferentes para la localidad de CEVAMEX, con respecto a los valores de la localidad de la FESC-UNAM, lo que se explica por la disponibilidad de riego en CEVAMEX, en el caso de las variables longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por mazorca, los valores de las dos localidades fueron estadísticamente similares (Cuadro 2).

CUADRO 2. Comparación de medias de localidades para diversas variables evaluadas considerando la media de la F1 y F2 de cinco híbridos de maíz de Valles Altos Ciclo Primavera-Verano 2007.

Localidad	Rendimiento (kg·ha⁻¹)	FM (días)	FF (días)	AP (cm.)	AM (cm.)	LM (cm)	HM	GH
1 (FESC-UNAM)	7,069 b	80 b	81 b	192 b	99 b	13.7 a	15.6 a	28 a
2 (CEVAMEX)	10,053 a	83 a	85 a	241 a	114 a	13.3 a	15.6 a	29 a
D.S.H. (0.05)	745	1	1	9	9	0.6	0.6	2

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (en sentido vertical).

FM: Floración masculina; FF: Floración femenina; AP: Altura de planta; AM: Altura de mazorca;

En la comparación de medias para rendimiento de los genotipos, considerando la media de las generaciones F1 y F2, así como las dos localidades de evaluación, se presentaron tres grupos de significancia, el mayor rendimiento lo expresó el híbrido H-47 AE con 10,744 kg ha⁻¹; lo cual es

interesante ya que este híbrido, después de evaluarse en experimentos por varios años, los resultados obtenidos ratifican las características favorables de este híbrido con esquema de androesterilidad (Espinosa *et al.*, 2009), en cambio el híbrido H-48 presentó la menor productividad con 5,574 kg ha⁻¹,(Cuadro 3), este rendimiento esta correlacionado con el tamaño de mazorca y haciendo mención, también fue este material el que tuvo las mazorcas más pequeñas en comparación con los otros híbridos evaluados y por consiguiente menor número de granos por hilera; lo que indica que aún cuando es sembrado en forma extensiva, otros maíces pudiesen apoyar el uso de variedades mejoradas, con ventajas para los productores de maíz en los Valles Altos (Espinosa *et al.*, 2003; Espinosa *et al.*, 2004b; González *et al.*, 2007; González *et al.*, 2008).

La comparación de medias para las variables floración masculina y floración femenina, considerando la media de las generaciones F1 y F2, así como las dos localidades de evaluación, el híbrido H-47 AE exhibió el mayor valor con 84 y 85 días respectivamente, diferentes significativamente a la floración masculina y femenina del híbrido H-50 (Cuadro 3) material, el cual tuvo 81 días en ambas floraciones; además de ser el de mayor superficie que siembra en los Valles Altos (Espinosa *et al.*, 2004b; González *et al.*, 2007).

El resto de los genotipos estuvo dentro de este rango. Aun cuando en su comparación de medias, estadísticamente se notan diferentes, hay que hacer mención que dichos materiales dentro de sus características, reportan periodos similares para las floraciones; todo dependiendo de la altura sobre el nivel del mar (asnm) a la que se establezcan dichos híbridos (Espinosa *et al.*, 2003b, Espinosa *et al.*, 2004b)

Con respecto a la variable altura de planta, el híbrido que mostro la mayor altura de planta fue H-50 con 234 cm, diferente estadísticamente a H-50 AE y H-47 AE, al igual este híbrido expresó alturas muy cercanas a lo que Espinosa *et al.*, 2004b reporta para este genotipo; en el caso de altura de mazorca, los valores de los cinco híbridos fueron estadísticamente similares (Cuadro 3), en sus folletos técnicos por lo menos del híbrido H-50 y H-48 mencionan longitudes más altas para la altura de mazorca Espinosa *et al.*, 2004b).

En las variables longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por mazorca, se presentaron tres grupos de significancia, la mayor longitud de mazorca correspondió a H-47 AE característica que lo hace un buen prospecto para ser liberado; y el valor más bajo fue del híbrido H-48. El híbrido H-50 exhibió el valor más alto de hileras por mazorca, lo que pudiese ser uno de los diferentes elementos que hacen que este híbrido sea el más sembrado extensivamente (González *et al.*, 2007) y el híbrido H-153 presentó el valor más elevado de granos por hilera (Cuadro 3) lo que ha sido reportado en otros trabajos (Espinosa *et al.*, 2002).

CUADRO 3. Comparación de medias de cinco híbridos para diversas variables considerando la media de la F1 y F2 en dos localidades.

Híbridos	Rendimiento (kg·ha ⁻¹)	FM (días)	FF (días)	AP (cm.)	AM (cm.)	LM (cm)	HM	GH
H-47AE	10,744 a	84a	85 a	210 b	108a	14.6 a	14.8 c	29ab
H-50AE	9,459 a	81 bc	81 b	203 b	105a	12.9 bc	15.0 bc	28bc
H-50	9,169 ab	81 bc	81 b	234 a	114 a	13.1 bc	16.5 a	27bc
H-153	7,859 b	82ab	84ab	220ab	103 a	14.3 ab	15.2 abc	31 a
H-48	5,574 c	81 bc	82ab	216ab	103 a	12.8 c	16.3 ab	26 c
D.S.H.(0.05)	1,594	2	2	20	20	1.4	1.3	3.3

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (en sentido vertical).

FM: Floración masculina; FF: Floración femenina; AP: Altura de planta; AM: Altura de mazorca; LM: Longitud de mazorca; HM: Hileras por mazorca; GH: Granos por hilera.

La comparación de medias de la generación F1 y F2 considerando la media de los cinco híbridos y la media de las dos localidades (Cuadro 4), definió que la generación F1 rindió 9,985 kg ha⁻¹, diferente estadísticamente a la F2 que rindió 7,137 kg ha⁻¹, lo anterior indica que la F1 representa 139.9 %, con respecto a la F1, es decir una diferencia de 2,848 kg de menor rendimiento en la F2, por el uso de semilla de segunda generación, este valor se ubica dentro de lo reportado en otros trabajos (Ortiz 1990; Valdivia y Vidal 1995; Espinosa *et al.*, 1998; Soriano y Salgado 2002; Coutiño *et al.*, 2004; Espinosa *et al.*, 2005).

En las variables floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, hileras por mazorca, los valores de las medias en la generación F1 y la F2, fueron similares estadísticamente, cual señala que en estas variables no hubo efecto en la generación F2, por el uso de semilla de segunda generación con respecto a la F1, lo que es reportado en el mismo sentido en otros trabajos (Valdivia y Vidal 1995, Espinosa *et al.*, 1998); en cambio si fueron diferentes estadísticamente los valores de las medias de las variables longitud de mazorca y granos por mazorca, en ambos casos fue superior la media de la generación F1 con respecto a la F2 (Cuadro 4).

CUADRO 4. Comparación de medias de generación F1 y F2 para diversas variables evaluadas considerando la media de dos localidades de evaluación y cinco híbridos de maíz de Valles Altos Ciclo Primavera-Verano 2007.

Generación	Rendimiento (kg·ha⁻¹)	FM (días)	FF (días)	AP (cm.)	AM (cm.)	LM (cm)	HM	GH
F1	9,985 a	81 a	82 a	219 a	106 a	14.0a	16 a	29 a
F2	7,137 b	82 a	83 a	214 a	108 a	13.0b	16 a	27 b
D.S.H. (0.05)	717	1	1	9	9	0.6	0.6	1.5

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (en sentido vertical).

FM: Floración masculina; FF: Floración femenina; AP: Altura de planta; AM: Altura de mazorca; LM: Longitud de mazorca; HM: Hileras por mazorca; GH: Granos por hilera.

En el Cuadro 5 se presentan los valores de rendimientos obtenidos en la generación F1 y F2 de cada uno de los híbridos; así como las diferencias y el porcentaje que representa la diferencia de rendimiento entre la generación F1 y F2, en todos los casos los rendimientos de la generación F2, fueron menores con respecto a la generación F1, en porcentajes de 9.32 % para H-47 AE, hasta el porcentaje mayor de 54.36 % que correspondió a H-153, estas diferencias a favor de la F1 y reducciones en la F2 han sido reportadas en otros trabajos (Molina 1984; Ramírez *et al.*, 1986; Ortiz 1990; Valdivia y Vidal 1995; De León *et al.*, 1998; Espinosa *et al.*, 1998; Soriano y Salgado 2002; Coutiño *et al.*, 2004; Espinosa *et al.*, 2005; Martínez *et al.*, 2006).

Las diferencias de rendimiento fueron desde 1,010 kg para H-48 en la F1, con respecto a la F2, lo que significa a un valor por tonelada de grano de 2,500 pesos la tonelada, un total de 2,525 pesos por la comercialización de grano obtenido si se adquiere semilla nueva, dado que el saco de semilla en su valor más elevado es de 1400 pesos por saco, significa que se tendría una diferencia de 1,125 pesos, beneficio económico por adquirir semilla nueva cada ciclo, lo que señala que si reditúa esta medida como lo indican (Valdivia y Vidal 1995; Espinosa *et al.*, 1998; Martínez *et al.*, 2006). En el caso de este híbrido, H-48, la ventaja es aún mayor ya que el Gobierno del Estado de México, distribuye su semilla con un subsidio a un precio de 400 pesos el saco, por lo que la diferencia y ganancia neta positiva es de 2,125 pesos al adquirir semilla cada ciclo.

En el caso de la diferencia mayor que fue para el híbrido H-153, con una reducción de 5,866 kg ha⁻¹, en la F2 con respecto a la F1, significa a un valor por tonelada de grano de 2500 pesos la tonelada, un total de 14,665 pesos, por la comercialización de grano obtenido si se adquiere semilla nueva,

dado que el saco de semilla en su valor más elevado es de 1400 pesos por saco, significa que se tendría una diferencia positiva de 13,265 pesos, beneficio económico por adquirir semilla nueva cada ciclo, lo que claramente indica ventaja por esta medida como lo señalan Valdivia y Vidal (1995); Espinosa *et al.*, (1998); Martínez *et al.*, (2006).

CUADRO 5. Rendimientos (kg ha^{-1}) obtenidos por híbridos de maíz en la generación F1 y F2 así como diferencias y porcentajes de la F2 respecto a la F1, considerando la media de dos localidades de evaluación. Ciclo primavera-verano 2007.

Híbridos	Generación		Respecto a F1	
	F1	F2	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	%
H-48	6,079	5,069	-1,010	-16.61
H-50	11,183	7,154	-4,029	-36.03
H-153	10,792	4,926	-5,866	-54.36
H-47AE	11,268	10,218	-1,050	-9.32
H-50AE	10,600	8,316	-2,284	-21.55
Promedio	9,984	7,137	-2,848	-27.57

En forma esquemática puede observarse que en cada uno de los híbridos evaluados, el rendimiento de la F2, fue inferior a los valores de rendimiento de la F1, con mayor efecto en porcentaje para H-153 con 54.36 % y para H-50 con 36.03 % (Figura 1).

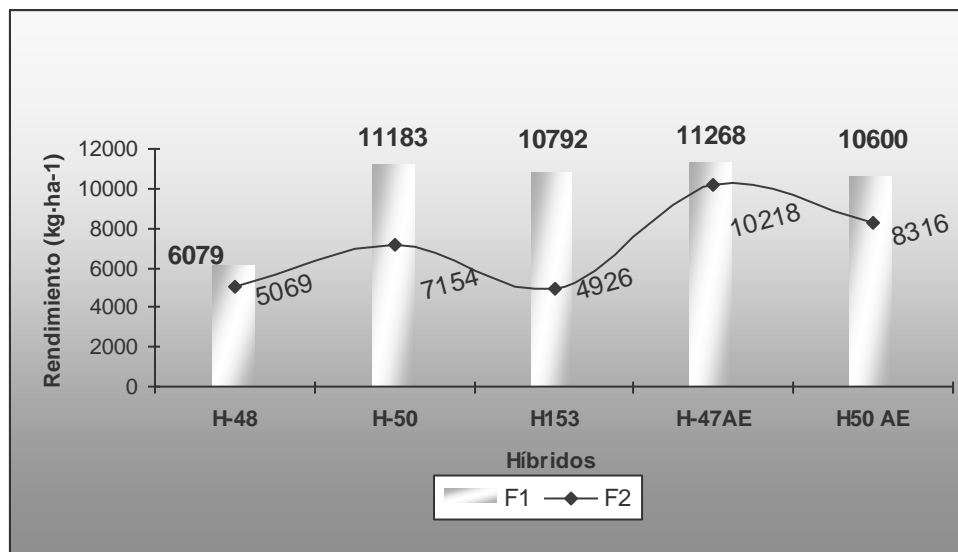


Figura 1. Rendimiento de grano (kg ha⁻¹) de cinco híbridos de maíz en la generación F1 y F2 en valores medios de dos localidades. Ciclo primavera-verano 2007.

CONCLUSIONES

La generación F1 en promedio rindió 9,984 kg·ha⁻¹, con respecto a la generación F2 que produjo 7,137 kg·ha⁻¹ representó un decremento de más del 28%

El híbrido trilineal H-47 AE mostró el rendimiento promedio más elevado con 10,744 kg·ha⁻¹ en cambio el H-48 Fértil (5,574 kg ha⁻¹) presentó la menor productividad. Es por lo que éste híbrido H-47 AE se encuentra propuesto para registro ante el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo ratifican los datos obtenidos en investigaciones previas y se demuestra que no es conveniente el uso de semilla de generación F2, por el decremento en productividad

La diferencia en rendimiento (2,847 kg) entre la generación F2 y la generación F1 justifica la adquisición de semilla nueva cada ciclo.

Las diferencia de rendimiento de 1,010 kg para H-48 en la F1, con respecto a la F2, significa a un valor por tonelada de grano de 2500 pesos la tonelada, un total de 2,525 pesos, si se adquiere semilla nueva, al valor más elevado de 1400 pesos por saco, significa que se tendría un diferencia positiva de 1125 pesos por adquirir semilla nueva cada ciclo.

VI BIBLIOGRAFÍA

- Aboites M G. 2012. Semillas, negocio y propiedad intelectual tomando como estudio de caso al maíz en México. Trillas. México.
- Boege E 2009. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México: Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F. 342 pp.
- Coutiño E B, G Sánchez G, V A Vidal M 2004. El uso de semilla F2 de híbridos de maíz en la Frailesca, Chiapas, reduce el rendimiento y las ganancias netas. Rev. Fitotec. Mex. 27(3):261-266.
- De León H, Jaramillo A, Martínez G, Rodríguez S 1998. Híbridos dobles de maíz de baja depresión endogámica en F2. Rev. Agronomía Mesoamericana. 9 (1) pp: 38-41.
- Espinosa C A, M A López P, M Tadeo R 1994. Implicaciones del uso de generaciones avanzadas de semilla mejorada de maíz en Valles Altos de México. En: Memoria de 11º Congreso Latinoamericano de Genética y XV de Fitogenética. Monterrey. N.L. México. Pp. 458-458.

Espinosa C., A. y Tadeo R., M. 1997. Evaluación de tres niveles de desespigue mecánico en cuatro cruza simples progenitoras de híbridos de maíz de Valles Altos de México. En: Resúmenes de XLIII Reunión Anual del PCCMCA, Panamá.

Espinosa-Calderón A, M A López-Pereira, M Tadeo-Robledo 1998. Análisis agroeconómico del uso de semilla mejorada de maíz en los Valles Altos de México. *Agronomía Mesoamericana*. 9(1): 53-58.

Espinosa C A, M Tadeo R, J Lothrop, D Beck. 2002. H-153 híbrido de maíz de riego para la zona de transición el Bajío-Valles Altos. *Agricultura Técnica en México*. 28 (2); 179-181.

Espinosa-Calderón A, M Sierra M, N Gómez M 2003a. Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana*. 14 (1): 117-121.

Espinosa C A, M Tadeo R, J Lothrop, S Azpiroz R, R Martínez M, J P Pérez C, C Tut y C, J Bonilla B, A M Ramírez, Y Salinas M 2003b. H-48 nuevo híbrido de maíz de temporal para los Valles Altos del centro de México. *Agricultura Técnica en México*. Vol. 29 (1): 85-87.

Espinosa C A, J Piña R, A Caetano de O, M Mora V 2004a. Listado de variedades liberadas por el INIFAP de 1980 a 2003. *Publicación Especial no. 2, INIFAP, CIRCE, CEVAMEX, Chapingo, México*. 30 p.

Espinosa C A, M Tadeo R, R Martínez M, J Lothrop, S Azpiroz R, C Tut y C, J Bonilla B, A María R, J P Pérez C, M A Ávila P, J Gámez V, Y Salinas M 2004b. H-50 nuevo híbrido de maíz para los Valles Altos de México. CEVAMEX, CIRCE, INIFAP, Folleto Técnico Núm. 17, pp. 20.

Espinosa C A, M Tadeo R, R Martínez M, G Srinivasan, D Beck, J Lothrop, S Azpiroz R, M A Ávila P, J Gómez V, J P Pérez C, C Tut y Couoh, J Bonilla B, A María R, Y Salinas M. 2004c H-48 Nuevo híbrido de maíz para los Valles Altos de México. CEVAMEX, CIRCE, INIFAP, Folleto Técnico Núm. 16, pp. 19.

Espinosa-Calderón A, M Tadeo R, A Mora B, R Martínez M, D Salazar H, M Sierra M, A Palafox C, Flavio Rodríguez M, V Esqueda E 2005. Capacidad productiva de la generación F1 y F2 de híbridos de maíz androestériles y fértiles evaluados en dos localidades. Memorias: VIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali B.C. 160-165.

Espinosa C A, A Turrent F, M Tadeo R, N Gómez M, M Sierra M, F Caballero H 2008. Importancia del uso de semilla de variedades mejoradas y nativas de maíz en México. En: desde los colores del maíz, una agenda para el campo mexicano. Editor J. Luis Seefoó.

Espinosa-Calderón A, Tadeo-Robledo M, Turrent-Fernández A, Sierra-Macías M, Gómez-Montiel N, Palafox-Caballero A, Rodríguez-Montalvo F A, Caballero-Hernández F, Valdivia-Bernal R, Zamudio-González B 2009. Las semillas insumo fundamental para avanzar hacia la suficiencia alimentaria y reserva estratégica de granos. En: Reserva estratégica de

alimentos: una alternativa para el desarrollo del campo mexicano y la soberanía alimentaria. Coordinadores Alfonso Ramírez Cuellar, Benito Ramírez Valverde, Beatriz A. Cavalloti Vázquez, Alfredo Cesín Vargas. CEDRSSA-SAGARPA- CP- UACH, pp: 77-90.

Gaytán B R, Reyes M L, Martínez G M I, Mayek P N, Padilla R J S, y Luna F M. 2005. Depresión del Rendimiento de grano y forraje de híbridos de maíz en generaciones avanzadas. Agricultura Técnica en México. Vol. 31 (2): 165.175.

González E A, J Islas G, A Espinosa C, J A Vázquez C, S Wood 2007. Impacto económico del mejoramiento genético del maíz en México: híbrido H-50. Publicación Especial No. 24. INIFAP. México, D.F. 83 p.

González E A, J Islas G, A Espinosa C, J A Vázquez C, S Wood 2008. Impacto económico del mejoramiento genético del maíz en México: híbrido H-48. Publicación Especial No. 25. INIFAP. Mexico, D.F. 88 p.

Luna M B M, M A Hinojosa R, O J Ayala G, F Castillo G, J A Mejía C. 2012. Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. Rev. Fitotec. Mex. Vol 35 (1): 1-7.

Martínez-Gómez, R Gaytán-Bautista, L Reyes-Muro, N Mayek-Pérez, J S Padilla-Ramírez, M Luna-Flores 2006. Rentabilidad de las generaciones F1, F2 y F3 de híbridos de maíz. Agrociencia. Volumen 40, número 5: 677-685.

- Molina M J C 1984. Aprovechamiento de las generaciones avanzadas del maíz (*Zea mays* L.) H-133 en Valsequillo, Pue. Tesis Profesional. UACH, Chapingo, México.
- Ortiz T E 1990. Rendimiento de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de la zona de transición el Bajío – Valles Altos, por efecto de la utilización de semilla de generaciones F1 y F2". Tesis Profesional. UACH, Chapingo, México.
- Reyes C P 1990. El maíz y su cultivo. AGT Editor, S.A. México pp. 47-76.
- Ramírez V P, M Balderas M, F Gerón X 1986. Potencial productivo de las generaciones avanzadas de los híbridos tropicales de maíz H-503, H-507 y H-510. Rev. Fitotec. Méx. 8: 20-34.
- Soriano B M, M Salgado D 2002. Evaluación del potencial productivo de generaciones avanzadas de híbridos tropicales de maíz en Iguala, Gro. En: Memoria de Notas Científicas, XIX Congreso Nacional de Fitogenética, Sociedad Mexicana de Fitogenética 2002, Saltillo, Coahuila, pp 140-140.
- Téllez C 2008. Productividad de híbridos de maíz de Valles Altos obtenidos con semillas de progenitores fértiles y androestériles. Tesis de Licenciatura. UNAM. Cuautitlán Izcalli. Edo. De Mex. pp. 6-27.

Turrent F A, A Espinosa C 2006. Seguridad alimentaria y el mercado nacional de semillas. En: Memorias del ciclo de conferencias. 10 Años de Enlace, Innovación, Progreso. Fundación Hidalgo Produce. PP 44- 50.

Turrent-Fernández A 2009 a. Potencial productivo de maíz en México. La Jornada del Campo 13 de Enero de 2009. Núm. 16. México, D.F. pp16 y 17.

Turrent-Fernández A 2009 b. Potencial productivo de maíz. Revista Ciencias, 92-93: octubre 2008-marzo 2009: 126-129.

Valdivia-Bernal R, y V A Vidal-Martínez 1995. Efecto de generaciones avanzadas en la producción de diferentes tipos de híbridos de maíz. Rev. Fitotec. Méx. 18:69-76.