



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ;
FERTILES Y ANDROESTERILES EN
TEMPORAL RETRASADO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A :

BEATRIZ MARTÍNEZ YAÑEZ

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

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.



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:**

Rendimiento de híbridos de maíz fértiles y androésteriles en temporal retrasado

Que presenta la pasante: Beatriz Martínez Yañez
Con número de cuenta: 404086907 para obtener el Título de: Ingeniera 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 7 de Noviembre de 2011.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M.C. Gloria María Solares Díaz	
VOCAL	Dr. Joob A. Zaragoza Esparza	
SECRETARIO	Dra. Ma. Elena Quintana Sierra	
1er SUPLENTE	Dra. Gloria Herrera Vázquez	
2do SUPLENTE	Ing. Martha Elena Domínguez Hernández	

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, por darme la oportunidad de pertenecer a esta Institución, y albergar en mí la base en las múltiples disciplinas en dicha Institución para la formación académica e impulsarme profesionalmente.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y a la Ingeniería Agrícola que alberga dicha Facultad, por este campus que me mostró en los viajes de practica y así obtener la visión de la importancia de esta carrera y la necesidad de los profesionistas, por la enseñanza en sus aulas, por sus Profesores, por todos los que hacen algo y un bien por la carrera por mínimo que sea.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), por medio de la UNAM en los apoyos y recursos económico, para la realización de dichos proyectos y así permitirnos colaborar y realizar investigación para tesis.

A mis Directores de Tesis M.C. Margarita Tadeo Robledo: por la importancia en la disciplina, organización y ser ordenados para la realización de las cosas y al Dr. Alejandro Espinosa Calderón: por el amor y la devoción en lo que cree y hace y ambos por darme la oportunidad, creer en mí y darme su confianza para dicha Investigación por ser guías, ser apoyo, sus consejos y sugerencias para el desarrollo y culminación de esta tesis y así obtener el título de Ingeniera, al igual en la formación profesional (por darme la oportunidad de presentar un trabajo a nivel nacional dentro de un congreso fue una experiencia inolvidable en todos los sentidos) y en mi persona.

A mis sinodales por su valiosa aportación y sugerencias para el enriquecimiento de mi trabajo de Tesis.

A mis compañeros de laboratorio de semillas por la colaboración en el desarrollo de este trabajo de tesis a Israel Arteaga, Enrique Canales, Fatima Hagg y Viridiana Trejo.

DEDICATORIAS

Primeramente a DIOS por esos dos años en específico por que me ayudo a concretar este trabajo y por mi terquedad e; y así no permitir que desvaneciera mis ganas de llegar a la cumbre a pesar de los obstáculos.

A mi madre que siempre me apoyo en esta carrera, y su sueño siempre fue verme titulada y la vida no le alcazo para sonreírme y abrazarme en esta etapa de mi vida, pero lo logre y cumplí.

A Romi Arellano Juárez y mis primos P@ul y Yeri, este trabajo es gracias a su apoyo de estos dos años específicamente y permitir que me dedicara a este proyecto no lo hubiera culminado, sin el apoyo que me brindaron en lo emocional, moral, económico.

A Miguel A. Aguilar y su esposa Lucia Cuándon e hijas, por su apoyo en todo momento, por su humildad, respeto, gratitud que caracteriza a esta familia por su apoyo.

A la familia Estrada Flores en especial a Alma y su mamá Anita por más de 16 años de amistad de apoyo, permitirme ser parte de su familia y es los últimos años por estar siempre conmigo en momentos difíciles.

A mis sobrinos Oswaldo, Jessica, Julieta, Ian, Arianna, Adienor, Isai y Lalito, logren muchos si no es que todos sus sueños en la vida y la importancia que tienen en la mía y que ellos son unos mis sueños.

Al Ing. Arturo Ortiz Cornejo, por sus consejos, sus sugerencias y aportaciones como alumna, en lo personal y lo profesional.

A José Blancas y Teresa Arellano, por que se que siempre estarán ahí para mí apoyándome en todo lo que yo decida gracias por la admiración que sienten por mí y hacérmelo saber, yo agradezco todo su apoyo.

A la Maestra Celia Valencia por su apoyo académico, profesional y moral en momentos difíciles de mi vida.

A la banda de las M: Denys, Sandra, Bere por estar ahí solo ahí, por ser quienes son, aprender de ustedes y a cada una de sus familias por permitirme ser parte de la suya graciassssssss.....

Al Ing. Rafael Martínez Mendoza, por la práctica en campo, por inculcar responsabilidad, compromiso y todo aquello vivido antes de ser chica Tadeo.

A Israel, gracias por todo lo que me has enseñado, ser un buen amigo, ser una persona con la que se pueda trabajar, la responsabilidad, compromiso y disciplinado que te caracteriza, por tu apoyo en general.

A Noelia, por tu gracia, tu sonrisa que te caracteriza, ese carácter tan noble, gracias por tu confianza y apoyo, eres alguien que siempre quisiera tener uno para alegrar el día.

Anita, no había convivido mucho contigo y este último año ha sido muy bueno entre tú y yo y espero que siga así gracias por tu apoyo realmente te agradezco todo.

A Hagg, por la intensidad que la caracteriza, por sus ocurrencias y enojos, por su apoyo en lo profesional y en lo personal.

A Kique por su apoyo en este trabajo, por enseñarme que la vida es simple y sin tantas complicaciones y no tomarse las cosas a pecho.

A Yazz, por apoyarme en todo desde que regresaste, por aportar siempre algo en mi vida.

A Lula, la verdad no había conocido a una persona como tú, eres única creme, vive y se feliz.

A José, eres una persona transparente y así como eres tal cual, te estimo y muchas gracias por todo tu apoyo.

A Rene, Jarocho, que han estado presentes siempre en las aventuras de estos últimos años, por su apoyo, y pachangas presentes.

A Omar por tus locuras, la simpatía ácida que te caracteriza, tu rudeza para las cosas, por tu confianza y ser un buen cuate.

A Aurora, por todo su apoyo en la parte profesional, por enseñarme lo que sabe, por inculcar la importancia de la independencia, sobre todo por compartir sus logros conmigo.

A mis compañeros de generación que aportaron algo en mi vida, las experiencias buenas y malas.

A mi familia que esta en la culminación de esta etapa final, Santa, Magda, Edith y mis hermanos Sergio, David, Oscar y Adrián porque este momento de felicidad, sea el inicio de una etapa nueva de fraternidad.

INDICE

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS.	. viii
RESUMEN.	. x
I. Introducción.	. 1
1.1. Objetivos generales.	. 4
1.2. Hipótesis.	. 4
II. Revisión de literatura.	. 5
2.1. Producción de Maíz.	. 5
2.1.1. Temporal.	. 6
2.2. Descripción de Valles Altos.	. 7
2.3. Maíz híbrido.	. 10
2.4. Tipos de híbrido.	. 10
2.4.1. Híbridos de cruza simples.	. 10
2.4.2. Híbridos trilineales.	. 11
2.4.3. Híbridos dobles.	. 11
2.4.4. Variedades sintéticas.	. 12
2.4.5. Variedades mejoradas.	. 12
2.4.6. Variedades criollas.	. 13
2.4.7. Híbridos no convencionales.	. 13
2.5. Androesterilidad.	. 14
2.5.1. Tipos de androesterilidad.	. 14
2.5.1.1. Esterilidad masculina genética.	. 14
2.5.1.2. Esterilidad masculina citoplasmática.	. 14
2.5.1.3. Esterilidad masculina inducida químicamente.	. 15
2.6. Rendimiento.	. 15
III. Materiales y métodos.	. 17
3.1. Descripción de la zona de estudio.	. 17
3.2. Condiciones edafoclimáticas.	. 17
3.3. Material genético.	. 17
3.4. Diseño experimental.	. 18

3.5. Análisis estadístico. 18
3.6. Manejo agronómico	
Preparación del terreno, siembra, control de maleza, fertilización, cosecha. 19
3.7. Variables evaluadas.	
Rendimiento, floración masculina, floración femenina, Altura de planta, altura de mazorca, mazorcas buenas, mazorcas malas, peso volumétrico, sanidad de mazorca, cobertura de mazorca, peso de 200 granos, longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera, diámetro de mazorca, diámetro de olote, granos por Mazorca, % de materia seca, % de grano. 20
IV. Resultados y discusión. 23
V. Conclusiones. 31
VI. Literatura citada. 33

INDICE DE FIGURAS, TABLAS Y CUADROS

Figura 1	Representación de superficie sembrada y producción de grano de maíz en Valles Altos.	8
Tabla 1	Producción de maíz en el Estado de México representante mayoritario de Valles Altos	9
Tabla 2	Producción de maíz en el Estado de Tlaxcala representante de Valles Altos.	9
Tabla 3	Producción de maíz en el Estado de Hidalgo representante de Valles Altos	9
Cuadro 1	Híbridos de maíz androestériles y fértiles de INIFAP-UNAM y comercial.	18
Cuadro 2	Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz androestériles y fértiles FESC-UNAM e INIFAP, en Cuautitlán Izcalli, México. Ciclo primavera –verano 2009.	23
Cuadro 3	Comparación de medias ($P \leq 0.05$) para las variables evaluadas: rendimiento, floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de mazorca longitud de mazorca, granos por hilera y granos por mazorca en híbridos de maíz androestériles y fértiles. Ciclo primavera – verano 2009. Cuautitlán, México.	26

Cuadro 4	Comparación de medias ($P \leq 0.05$) para las variables evaluadas: % grano, sanidad de mazorcas, cobertura de mazorcas, peso volumétrico, peso de 200 granos, hileras por mazorcas, diámetro de mazorca y % materia seca en híbridos de maíz androestériles y fértiles. Ciclo primavera – verano 2009. Cuautitlán, México.	27
Cuadro 5	Comparación de medias ($P \leq 0.05$) entre dos ensayos considerando la media de los 12 híbridos de maíz androestériles y fértiles para diferentes variables evaluadas bajo condiciones de temporal. Ciclo primavera – verano 2009. Cuautitlán Izcalli, México.	28
Cuadro 6	Cuadro 10. Resultados obtenidos para variables evaluadas en híbridos de maíz androestériles y fértiles considerando la media de dos ensayos bajo condiciones de temporal. Ciclo primavera – verano 2009. Cuautitlán Izcalli, México.	29
Cuadro 7	Cuadro 11. Resultados obtenidos para variables evaluadas en híbridos de maíz androestériles y fértiles en dos ensayos bajo condiciones de temporal. Ciclo primavera – verano 2009. Cuautitlán Izcalli, México.	30

RESUMEN

La importancia del cultivo de maíz en México a nivel nacional es de gran importancia, la superficie cosechada es de 4.7 millones de hectáreas, lo cual representa un 82% del total nacional y los estados que participan son: Chiapas, Jalisco, Estado de México, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Veracruz, Michoacán, Zacatecas, Guanajuato, Hidalgo y San Luis Potosí y los estados que participan el 18% restante de la superficie cosechada figuran Durango, Yucatán, Campeche, Tlaxcala, Chihuahua y Querétaro. Los estados que representan la superficie nacional sembrada en maíz de temporal son: Chiapas que tiene una representatividad del 13.98%, Jalisco con un 10.28% y el Estado de México con el 8.17%, Sierra (2001), INIFAP (2008).

Sierra (2001), menciona al Estado de México uno de los 3 primeros con mayor importancia a nivel nacional se superficie sembrada de maíz de temporal, en el 2010 la producción mexicana del maíz se estima en 24 millones de toneladas en los que el Estado de México figura entre los 5 primeros estados productores de maíz; sin embargo el uso de semilla mejorada para Valles Altos apenas alcanza un 6% - 10% (Espinosa *et al.*, 2008 a, b y c; Virgen *et al.*, 2010), siendo el Estado de México el mayor representante de los Valles Altos; así hace que la presente investigación haya tenido como objetivo determinar el comportamiento de los diferentes genotipos, bajo condiciones de temporal en fechas tardías utilizando fértiles y androestériles, este tipo de híbridos cuenta que la gran mayoría están inscritos ante el Catalogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del INIFAP y la FESC-UNAM. Para lo cual se evaluaron 12 tratamientos, bajo un diseño de bloques completamente al azar con 3 repeticiones cuantificando las siguientes variables: rendimiento, floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, mazorcas buenas y malas, peso volumétrico, sanidad de mazorca, cobertura de mazorca, peso de 200 granos, longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera, diámetro de mazorca y olote, granos por mazorca, porcentaje de materia seca y porcentaje de grano. Los datos se analizaron mediante el análisis de varianza y pruebas de comparación de medias (Tukey 0.05). Los resultados obtenidos condujeron a las siguientes conclusiones:

El híbrido con mejor rendimiento generado por el INIFAP fue el H-49 AE con 11,054 kg/ha, el siguiente híbrido generado por la FESC-UNAM es el Puma 1167 con 10,347 kg/ha, ambos materiales presentan una buena opción para la producción de maíz en fechas tardías y bajo condiciones de temporal; con respecto a los maíces referentes del uso comercial como lo son H-48 y H-50.

El comportamiento de los híbridos androestériles con respecto a los híbridos fértiles ambos bajo condiciones de temporal y sembrados en fechas tardías como: H-49 AE, H-47 AE, H-51 AE no se vio afectada ya que mantuvieron un rendimiento aceptable.

De acuerdo a los rendimientos de los materiales del INIFAP y FESC-UNAM, utilizados en la investigación entre los androestériles y fértiles en una proporción de 5:5 se concluye que la diferencia es de 3,356 kg/ha entre ellos superando los androestériles.

Los híbridos generados por el INIFAP y la UNAM, si existen genotipos que superan al genotipo mas utilizado comercialmente para Valles Altos bajo las condiciones mencionadas anteriormente; sin embargo el H-48 sigue dentro de los primeros cinco híbridos con mejor rendimiento.

I. INTRODUCCIÓN.

El maíz es el cultivo más importante en México, cada año se siembran 8.5 millones de hectáreas, produciendo 22.5 millones de toneladas de grano de maíz, cantidad que no cubre las necesidades del consumo, siendo necesario importar cada año 10 millones de toneladas, 7 millones de toneladas de grano entero y 3 millones de toneladas de grano quebrado, que representan el 30.7 % del grano que necesita el país (Espinosa *et al.*, 2009 a).

Lo anterior indica que el país requiere de 32.5 millones de toneladas de maíz para cubrir las necesidades del consumo (Espinosa *et al.*, 2009 a).

Para el 2010, la producción mexicana de maíz se estima en 24 millones de toneladas, México tiene dos ciclos productivos: primavera/verano y otoño/invierno. Los cinco estados productores en el primer ciclo son: Jalisco, Estado de México, Michoacán, Chiapas y Puebla. Aproximadamente entre el 90 y el 95 por ciento de la producción nacional se cultiva en el ciclo primavera-verano que se cosecha entre octubre y diciembre.

En gran parte de las regiones agrícolas que comprenden estos Valles Altos de México, prácticamente no se siembran variedades mejoradas, y sus condiciones climáticas y edáficas permiten el cultivo del maíz en el sistema de arroje para la conservación de la humedad residual. En este peculiar sistema de siembra, la semilla se deposita en el fondo del surco para que quede en contacto con la humedad guardada y se inicie el proceso de germinación y crecimiento de las plántulas, por lo que requiere semilla vigorosa. Este método de cultivo ha ejercido una fuerte presión de selección en las poblaciones locales de maíz en esta característica, por lo que el vigor de las semillas de estas regiones es mayor que en semillas de otras zonas (Esquivel *et al.*, 2009)

En los Valles Altos de México, el uso de semilla mejorada apenas alcanza un 6% a un 10% (Espinosa *et al.*, 2008 a; Espinosa *et al.*, 2008 b; Espinosa *et al.*, 2008 c; Virgen *et al.*, 2010), sin embargo, para las provincias agronómicas de buena y mediana productividad se requiere de alternativas entre las que se encuentran los híbridos no

convencionales. Las variedades criollas o mejoradas de polinización libre tienen arraigo entre los agricultores, pero su potencial de rendimiento es limitado, por lo que una posibilidad de su uso es combinándolos con híbridos con la finalidad de mejorar sus características agronómicas y elevar su productividad (Espinosa *et al.*, 1999).

En el país hay 31 millones de personas con desnutrición, de los cuales 18 millones padecen desnutrición severa: estas últimas, corresponden a diez millones son indígenas y el resto es población urbana de escasos ingresos. En este marco, el maíz es fundamental en la alimentación de los mexicanos, ya que se calcula un consumo de 209.8 kilogramos por persona al año (Tadeo *et al.*, 2007; Espinosa *et al.*, 2009).

El conocimiento de la respuesta de las variedades, con base en su origen geográfico y genético, así como de la expresión fenotípica al sembrarse en una región, es de gran importancia para definir los mejores materiales y en su caso, estrategias para su mejoramiento genético. Los trabajos de mejoramiento se llevan a cabo desde 1943, año en que inició la investigación en el país, con la participación del Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA) y la Oficina de Estudios Especiales (OEE), antecesores del INIFAP (Espinosa *et al.*, 2002; González *et al.*, 2007; González *et al.*, 2008; Espinosa *et al.*, 2008 c), permitieron el desarrollo de más de 260 híbridos y variedades por parte de INIFAP y las instituciones que le antecedieron (Espinosa *et al.*, 2004; Espinosa *et al.*, 2008 a; Espinosa *et al.*, 2008 b), Otras instituciones como la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, realizan mejoramiento genético y han ofrecido variedades mejoradas para los Valles Altos de México (Tadeo *et al.*, 2003; Tadeo *et al.*, 2004; Ortiz *et al.*, 2005; Tadeo *et al.*, 2007; Tadeo *et al.*, 2009; Espinosa *et al.*, 2008 c). También se realiza investigación con androesterilidad desde 1992, donde se ha logrado incorporar esta característica a las líneas progenitoras élite de los híbridos de mayor importancia generados en la propia UNAM e INIFAP, respectivamente (Tadeo *et al.*, 2001; Tadeo *et al.*, 2003; Tadeo *et al.*, 2007; Tadeo *et al.*, 2009).

El objetivo principal de la esterilidad masculina en la producción de semilla híbrida de maíz que se realiza en el INIFAP y en la FESC-UNAM, es incrementar la calidad de las semillas y que su utilización en los Valles Altos de México permita reducir los costos de producción (Espinosa, 2003; Tadeo *et al.*, 2003; Tadeo *et al.*, 2007; Tadeo *et al.*, 2009; Matías, 2009).

En la investigación es conveniente probar en los ensayos el rendimiento de los genotipos sobresalientes, en comparación con materiales de empresas privadas, para valorar las perspectivas de los materiales en uso comercial y los genotipos con posibilidades de emplearse extensivamente en los Valles Altos de México (Tadeo *et al.*, 2003; Tadeo *et al.*, 2004; Ortiz *et al.*, 2005; Tadeo *et al.*, 2007; Tadeo *et al.*, 2009; Espinosa *et al.*, 2008 c; González *et al.*, 2007).

1.1. OBJETIVOS

Determinar el comportamiento de los materiales bajo condiciones de temporal, en la localidad de Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Determinar la capacidad de producción de grano de híbridos en su mayoría inscritos ante el Catalogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del INIFAP y la FESC-UNAM, algunos de ellos fértiles y otros androesteriles, bajo condiciones de temporal en fechas tardías para Valles Altos.

Definir con base a rendimientos los mejores materiales del INIFAP, así como los de la FESC-UNAM, que participan en los ensayos, bajo condiciones de temporal en fechas tardías para Valles Altos.

1.2. HIPOTESIS.

Existen híbridos de maíz androestériles que superan en rendimiento a los híbridos.

Entre los híbridos androestériles y fértiles de maíz generados en el INIFAP y la FESC-UNAM; existen genotipos que superen al genotipo H-48 de importancia comercial para Valles Altos, bajo condiciones de temporal en fechas tardías.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Producción de maíz

Por su volumen de producción el maíz es el cultivo más importante del mundo, ya que alcanza 760 millones de toneladas que se cosechan anualmente, después le siguen en importancia el trigo y el arroz (Espinosa *et al.*, 2009 a). Estados Unidos produce el 40% de la producción mundial total; le sigue en importancia la República Popular de China y Brasil. El maíz es el principal cultivo de grano de E.U., con una producción promedio (en toneladas) de casi tres veces la del trigo, que es el cultivo de grano que le sigue en importancia. El maíz es el principal grano que se utiliza como alimento en México y Centroamérica y la región de los Andes de Sudamérica, también es importante como grano alimenticio en el este y el sur de África y China (Poehlman, 2003).

Se estima que la producción de maíz en México mantendrá su tendencia ascendente y que durante este periodo se pronostica un alza de 1.6% (SIAP, 2008).

Los estados de Chiapas, Jalisco, Estado de México, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Veracruz, Michoacán, Zacatecas, Guanajuato, Hidalgo y San Luis Potosí acumulan 4.7 millones de ha de superficie cosechada, la cual representa el 82 por ciento del total nacional. Entre los estados que acumulan el 18 por ciento restante de la superficie cosechada figuran Durango, Yucatán, Campeche, Tlaxcala, Chihuahua y Querétaro con una participación estatal entre el 1.21 y 2.38 por ciento. El resto de los estados se observa que la superficie promedio va desde las 308 ha hasta las 56 mil ha. Sobresale que el estado de Chiapas cuenta con una superficie aproximada a las 795 mil ha, lo que representa el 13.98 por ciento de la superficie nacional sembrada con maíz de temporal, le siguen en orden de importancia Jalisco con 10.28 por ciento y el Estado de México con el 8.17 por ciento de acuerdo con Sierra (2001), modificado por INIFAP-LADIGS (2008).

Los estados de Jalisco, Chiapas, Estado de México, Guerrero, Michoacán, Veracruz, Puebla y Oaxaca acumulan el 80 por ciento de la producción nacional la cual asciende a 9.5 millones de toneladas. Entre los estados que acumulan el 20 por ciento restante de la producción nacional figuran Guanajuato, Zacatecas, Campeche, Hidalgo, Tlaxcala, Nayarit y Durango con una participación estatal entre el 1.06 y 3.89 por ciento. Sobresale que el estado de Jalisco produce un volumen de aproximado a las 2.7 millones de toneladas, lo que representa el 22.63 por ciento de la producción nacional, le siguen en orden de importancia Chiapas con el 35.73 por ciento y el Estado de México con el 47.52 por ciento de acuerdo con Sierra (2001), modificado por LADIGS (2008).

En los Valles Altos México, cerca de dos millones de hectáreas se siembran con maíz, principalmente en los estados de México, Puebla, Tlaxcala e Hidalgo, el nivel de rendimiento de maíces de Valles Altos es muy bajo se estima alrededor de 2 ton/ha (Elías-Calles *et al.* 2003).

El uso de estos híbridos podría ayudar a elevar el escaso empleo de semilla certificada, ya que compiten con los materiales de empresas semilleras. En pruebas de calidad nixtamalera presenta buen rendimiento. El color de grano del puma 1075 es blanco, con características favorables para la fabricación de harina; en cambio el puma 1076 presenta grano de color blanco cremoso, por lo cual no es adecuado para la fabricación de harina de acuerdo con los estándares de la empresa MASECA (Tadeo et al., 2007).

2.1.1 Temporal

Proviene del latín *siccānus*: Tierra de labor que no tiene riego, y solo participa del agua de lluvia; Fenómeno atmosférico que provoca un cambio de la presión y fuertes vientos, generalmente acompañados de lluvia o nieve, truenos y relámpagos (Real Academia Española).

El cultivo de maíz de temporal se realiza prácticamente en todo el país, siendo así que la agricultura en México sea vulnerable a las variaciones climáticas extremas, como las sequías, las inundaciones y las heladas, debido al desarrollo fundamental en esta modalidad. Los efectos de un cambio en las condiciones ambientales en los rendimientos de maíz de temporal serían negativos con acortamientos en la estación de

crecimiento del maíz, particularmente en fase de llenado de grano, en las zonas con una altitud mayor a los 2000 msnm en el centro de México. Los incrementos de temperatura propuestos resultan benéficos, aún en los decrementos en la precipitación, en caso de un incremento de precipitación del más del 20 % implica una disminución en los rendimientos, ya que tiene un efecto de lavado de nutrientes del suelo, aumento de estrés de nitrógeno en las diferentes fases del crecimiento. De acuerdo con Conde et. al. (1998), el fenómeno de sequía intraestival para los estados de México, Puebla y Veracruz, las semillas empleadas en el centro de México están adaptadas tanto al tipo de sequía como a los rangos amplios de temperaturas, que las variedades de otras regiones. Lo que se debe considerar como propuesta el cambio de fecha de siembra y/o cambio de variedad con medidas de adaptación. El impacto de las variaciones climáticas no afecta negativamente en el cultivo del maíz, sobre todo en el caso de las regiones altas de México (Conde *et. al.*, 1998).

De acuerdo con Castillo (1997) citados por González (2007), conforme es retrasada la fecha de siembra, existe una tendencia a un menor número de días grados acumulados a la aparición de estigmas. Asimismo sugieren que puede esperarse una interacción significativa de los requerimientos de calor y fechas de siembra, cuando otros factores ambientales tales como la sequía afectan el crecimiento y desarrollo.

Un retraso en la fecha de siembra, se asocia con una reducción con el número total de unidades térmicas acumuladas entre el periodo de siembra y madurez fisiológica del maíz (González, 2007).

2.2. Descripción de los Valles Altos.

La región de los Valles Altos Centrales de México está geográficamente determinada por aquellas zonas que se encuentran entre los 2200 y 2600 msnm; es el área maicera de mayor extensión e importancia, ubicada en los estados de México, Puebla, Hidalgo y Tlaxcala, que cuentan con una superficie potencial de 3.5 millones de hectáreas. El área de la Mesa Central de México está caracterizada por presentar una amplia gama de condiciones ambientales, algunas de las cuales son muy favorables. No obstante, el 39% de su superficie corresponde a zonas que se han clasificado como de temporal de bajo rendimiento, por la escasa frecuencia y mala distribución de las lluvias, en las que se

siembran alrededor de 700, 000 hectáreas de maíz con buen potencial de rendimiento (Arias, 2005).

Representación de Superficie Sembrada y Producción de grano de maíz en los Valles Altos.

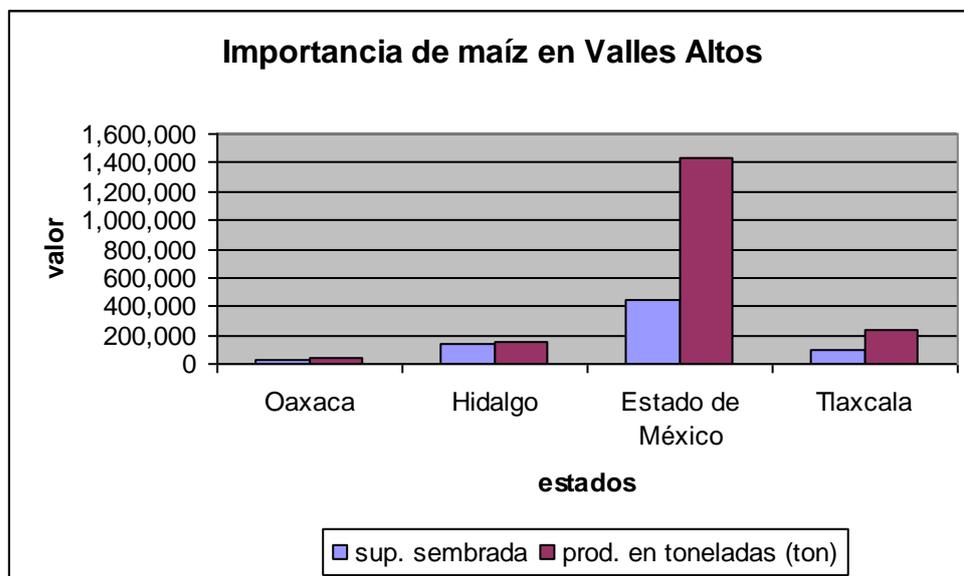


Figura 1. Elaboración Propia. Fuente. SIAP 2009

Aunque el uso del germoplasma mejorado de maíz ha aumentado en México, el patrón de adopción ha sido irregular. El uso de dicho germoplasma está concentrado en zonas de producción comercial, mientras que en las regiones caracterizadas por una agricultura orientada al autoconsumo, la mayoría de los agricultores continúan cultivando sus variedades locales.

Se estima que en México en el año 1996, el 20.3% de la superficie de maíz estaba sembrada con variedades mejoradas (CIMMY, 2007).

Las razas cultivadas en los Valles Altos de México entre 1800 y 2700 msnm, son arrocillo amarillo, cachuacintle, cónico, chalqueño y palomero toluqueño. Estas se siembran en 3.5 millones de hectáreas de los estados de hidalgo, México, Puebla y Tlaxcala, y el 95% de esta superficie se siembra con criollos cónico y chalqueño (Espinosa, 1999).

El CYMMYT ha liberado 32 líneas endogámicas de maíz, adaptadas a Valles Altos. Las líneas CML participan, muchas veces en combinaciones con germoplasma del INIFAP u otras instituciones mexicanas, en no menos de 30 híbridos comercialmente

vendidos a agricultores en Valles Altos de México. El desarrollo de excelentes líneas que toleran la endogamia y que están adaptadas a Valles Altos, representa un importante logro que contribuye a mejorar la producción de maíz en México (CIMMYT, 2007).

Tabla 1.- Producción de maíz en el Estado de México representante mayoritario de Valles Altos; Ciclo: Primavera-Verano 2009; Modalidad: Temporal; Maíz blanco en grano.

Distrito	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Sup. Siniestrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
1 ATLACOMULCO	121,050.00	121,050.00	0.00	397,433.25	3.28	2,873.94	1,142,197.69
2 COATEPEC HARINAS	29,068.00	29,059.00	9.00	81,839.81	2.82	3,294.07	269,586.40
3 JILOTEPEC	20,325.00	20,055.00	270.00	59,126.50	2.95	3,000.00	177,379.50
4 TEJUPILCO	49,675.00	49,670.00	5.00	153,645.00	3.09	3,417.76	525,121.80
5 TEXCOCO	30,567.50	30,567.50	0.00	97,988.65	3.21	2,600.00	254,770.49
6 TOLUCA	109,210.00	107,905.00	1,305.00	411,936.07	3.82	2,929.53	1,206,777.46
7 VALLE DE BRAVO	47,692.80	47,542.80	150.00	170,643.50	3.59	3,084.10	526,282.00
8 ZUMPANGO	36,330.00	36,044.00	286.00	62,643.86	1.74	3,623.05	226,961.82
TOTAL	443,918.30	441,893.30	2,025.00	1,435,256.64	3.25	3,016.24	4,329,077.1

Fuente. SIAP, 2009.

Tabla 2.- Producción de maíz en el Estado de Tlaxcala representante de Valles Altos; Ciclo: Primavera-Verano 2009; Modalidad: Temporal; Maíz blanco en grano.

Distrito	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Sup. Siniestrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
1 CALPULALPAN	15,086.00	14,498.00	588.00	49,821.70	3.44	2,800.00	139,500.76
2 HUAMANTLA	43,158.00	43,142.00	16.00	127,274.52	2.95	2,800.00	356,368.66
3 TLAXCALA	35,445.25	35,445.25	0.00	62,600.25	1.77	2,198.58	137,631.75
TOTAL	93,689.25	93,085.25	604.00	239,696.47	2.58	2,642.93	633,501.16

Fuente. SIAP, 2009.

Tabla 3.- Producción de maíz en el Estado de Hidalgo representante de Valles Altos; Ciclo: Primavera-Verano 2009; Modalidad: Temporal; Maíz blanco en grano.

Distrito	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Sup. Siniestrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
1 HUICHAPAN	28,448.00	27,985.00	463.00	27,650.08	0.99	3,948.43	109,174.32
2 MIXQUIAHUALA	25,453.00	20,718.50	4,734.50	13,598.00	0.66	2,600.00	35,354.80
3 PACHUCA	25,700.00	23,837.50	1,862.50	31,374.01	1.32	3,284.80	103,057.22
4 TULANCINGO	48,937.00	48,512.00	425.00	75,800.20	1.56	2,509.44	190,216.20
TOTAL	128,538.00	121,053.00	7,485.00	144,422.29	1.13	3,085.67	437,802.54

Fuente. SIAP, 2009.

2.3. Maíz híbrido.

Es la progenie de la primera generación de un cruzamiento entre líneas endogámicas o híbridos entre ellos. El híbrido de cruzamiento doble ha sido sustituido por el híbrido de cruzamiento simple, el híbrido de cruzamiento simple modificado y las combinaciones de cruzamientos triples. Todos se basan en el agricultor que cultiva poblaciones F_1 resultantes de cruzamientos entre líneas endogámicas homocigóticas (Poehlman, 2003).

2.4. Tipos de híbrido y sus características.

Dentro de las diferentes tipos de variedades que existen en maíz se pueden mencionar: a) híbridos simples, b) híbridos trilineales, c) variedades sintéticas, d) variedades mejoradas, e) criollos y f) híbridos no convencionales (Canales, 2010).

2.4.1. Híbridos de cruza simples.

Es la progenie híbrida derivada de una polinización entre dos líneas endogámicas homocigóticas. Las plantas de cruzamiento simple son heterocigóticas en todos los loci en los que los progenitores endogámicos difieren; no obstante, dentro del cruzamiento simple, las plantas son genéticamente idénticas. Los híbridos de cruza simple son más vigorosos y productivos que sus progenitores, al recuperar el vigor que perdió en el proceso de autofecundación (Canales, 2010).

Sus características Espinosa (2006) son:

- Tienen mayor potencial productivo que el resto de las variedades.
- Son para zonas de riego completo o condiciones de excelencia en fertilización, manejo tecnológico y ambiente.
- Alta uniformidad de altura de planta y mazorca.
- Facilita la cosecha mecánica.
- Tiene escasa productividad de semilla, por lo que el precio de la semilla es muy alto.
- Se requiere comprar semilla cada año.

2.4.2. Híbridos trilineales.

Es la progenie híbrida de un cruzamiento de tres líneas, que utiliza como progenitor productor de semilla a la cruce simple proveniente del cruzamiento de dos líneas emparentadas y a una línea endogámica no emparentada como el progenitor productor de polen (Poehlman, 2003).

Sus características Espinosa (2006) son:

- Menor potencial productivo de grano que los híbridos simples, pero mayor potencial productivo de grano que los híbridos dobles.
- Responden bien en las zonas con puntas de riego, humedad residual y buen temporal.
- Buena productividad de semilla.
- Buena uniformidad de altura de planta y mazorca.
- Cosecha mecánica.
- Se requiere comprar semilla cada año.
- Facilidad para la producción de semilla y control de calidad.

2.4.3. Híbridos dobles.

Es la progenie híbrida de un cruzamiento entre cuatro líneas endogámicas no emparentadas. Las líneas endogámicas se cruzan en pares para producir dos cruces simples, que a su vez se cruzan para producir el híbrido doble (Poehlman, 2003).

Sus características Espinosa (2006) son:

- Menor potencial productivo de grano que híbridos trilineales y mayor que los híbridos varietales.
- Son especiales para zonas de temporal, bajo condiciones desfavorables.
- Buena productividad de semilla de ambos progenitores.
- Uniformidad regular del híbrido final.
- Difícil control de calidad genética en producción de semillas.
- Cosecha manual.
- Compra de semilla nueva cada año.
- Regular facilidad de producción de semilla.

2.4.4. Variedades sintéticas.

Se le denomina a la generación avanzada que procede de la semilla obtenida por polinización libre entre varios genotipos de una especie vegetal, las cuales pueden ser líneas consanguíneas, clones o poblaciones seleccionadas por diferentes procesos de mejora (Matías, 2009).

Sus características Espinosa (2006) son:

- Expresan menor potencial productivo de grano que los híbridos varietales, pero mayor que las variedades mejoradas.
- Especial para zonas de temporal deficiente, con condiciones de lluvia y ambiente desfavorables. Su ámbito de recomendación es para provincias de mediana productividad, así como las tierras marginales.
- Baja uniformidad de altura de planta y mazorca.
- Cosecha manual.
- La semilla puede obtenerse de la propia parcela por cuatro o cinco años.

2.4.5. Variedades mejoradas.

Se define como el conjunto de plantas con cierto nivel de uniformidad, producto de la aplicación de alguna técnica de mejoramiento genético, con características bien definidas y que reúne las condición de ser diferentes a otros, y estable en sus características esenciales. Es mayor su rendimiento que las variedades que le antecedieron; así como condiciones favorables de calidad, precocidad, resistencia a plagas y enfermedades y un potencial de uso para las regiones para las que se recomienda (Espinosa *et al.*, 2009 a).

Para una óptima expresión de potencial de rendimiento, requiere la aplicación de los resultados de la investigación de otros componentes tecnológicos tales como densidad de plantación, fertilización, fechas de siembra, labores de cultivo, aplicación de herbicidas (Espinosa *et al.*, 2009 a).

Sus características Espinosa (2006) son:

- Poseen menor potencial productivo de grano que las variedades sintéticas, pero mayor potencial productivo que las variedades criollas.
- Son específicos para zonas de temporal deficiente.

- Poseen de mediana a escasa productividad.
- Cuentan con baja uniformidad de altura de planta, mazorca y tamaño de mazorca.
- La cosecha es de forma manual
- La semilla para la siembra se obtiene de la misma parcela.
- Facilidad para la producción de semilla, ya que es un solo lote.

2.4.6. Variedades criollas.

Son variedades locales, las cuales se han obtenido por un proceso de selección por los agricultores a través de los años en diferentes ciclos agrícolas (Canales, 2010).

Sus características Espinosa (2006) son:

- Poseen limitado potencial productivo de grano.
- Específicos para temporal deficiente o con problemas de humedad y manejo.
- Poseen baja uniformidad de altura de planta y de mazorca.
- La cosecha debe efectuarse de forma manual.
- La semilla para la siembra se obtiene de la misma parcela.
- Facilidad para la producción de semilla, ya que es un solo lote aislado.
- Poseen ventajas comparativas por tipo especial de grano, para uso diferenciado (Chalqueño, Marceño, Hoja morada).

2.4.7. Híbridos no convencionales.

Se obtienen de la combinación de: a) variedad X línea (mestizos), b) híbrido simple X Variedad, c) variedad X Híbrido simple, d) híbridos o variedades estabilizadas y e) híbrido X híbrido (Canales, 2010).

Son una alternativa que pueden ser de utilidad, de hecho es una práctica usada por los agricultores cuando combinan su criollo con una variedad mejorada (Canales, 2010).

Sus características Espinosa (2006) son:

- Mayor potencial productivo de grano que variedades sintéticas e híbridos varietales, dependiendo del tipo de híbrido no convencional.
- Responden muy bien en provincias de buen potencial productivo.
- Presentan baja uniformidad en altura de planta, mazorca y tamaño de mazorca.
- Se requiere adquirir semilla nueva, pero también se obtiene de la misma parcela.

- La producción de semilla es relativamente fácil, así como el control de progenitores.

2.5. Androesterilidad.

Es la imposibilidad por parte de la planta de generar órganos reproductivos o polen viable para la fertilización de la flor femenina. Esta condición puede ser hereditaria y puede deberse a causas genéticas o citoplasmáticas. Esto elimina la necesidad del proceso de emasculación en plantas como cebolla y sorgo, así como el desespigamiento del maíz. En las líneas de macho estéril las flores no producen anteras funcionales, por lo que no puede haber autopolinización. La esterilidad masculina puede ser controlada por la acción de genes específicos o por mecanismos hereditarios en el citoplasma (Poehlman, 2003).

2.5.1. Tipos de androesterilidad.

- a) Androesterilidad genética (genes nucleares).
- b) Androesterilidad citoplasmática (genes citoplasmáticos).
- c) Androesterilidad génico-citoplásmica (interacción de ambos).

2.5.1.1. Esterilidad masculina genética:

Se manifiesta por medio de la actividad de genes nucleares que inhiben el desarrollo normal de las anteras y el polen. La etapa precisa en la que se interrumpe el desarrollo del polen varía con la especie, o bien con el gen específico que determina la esterilidad masculina. Es determinada predominantemente por un alelo recesivo Ms ; el alelo dominante Ms , resulta en la formación de anteras y polen normales. En el caso de las especies diploides el genotipo $msms$ corresponde a la esterilidad masculina, en tanto los genotipos $MsMs$ y $Msms$ corresponden a la fertilidad masculina (Poehlman, 2003).

2.5.1.2. Esterilidad masculina citoplasmática:

Es controlada por el citoplasma, pero puede ser influenciada por genes de los cromosomas. El citoplasma hace que un organismo presente esterilidad masculina recibe el nombre de citoplasma estéril (S) o (CMS), en contraste con el citoplasma normal (N), que permite el desarrollo normal de anteras y polen funcionales. Con

frecuencia el citoplasma estéril resulta de introducir cromosomas nucleares en un citoplasma extraño. Debido a que el citoplasma es transferido únicamente por medio de la célula huevo y célula espermática aporta una cantidad sumamente pequeña de citoplasma al cigoto, la esterilidad masculina citoplasmática se transmite sólo por medio de la planta hembra. Dentro de esta función se desplazó el sistema de desespigamiento de las plantas hembras o formadoras de semilla para producir semilla híbrida (Poehlman, 2003).

2.5.1.3. Esterilidad masculina inducida químicamente:

Una alternativa que ofrece usar la esterilidad masculina de tipo génica o de tipo citoplasmático para la producción de semilla híbrida. Las sustancias químicas que inducen la esterilidad masculina reciben el nombre de gameticidas, inhibidores de polen o agentes químicos de hibridación, ya que estos permiten suprimir el procedimiento de emasculación antes de llevar a cabo las polinizaciones, pero no daña los órganos reproductores pistilados ni afecta el desarrollo de la semilla, pero las flores producirán semilla abundante con la polinización cruzada (Poehlman, 2003).

2.6. Rendimiento.

El potencial para obtener altos rendimientos de grano es un objetivo complejo determinado por la expresión de genes relacionados con la absorción de nutrientes, la fotosíntesis, la transpiración, la translocación y el metabolismo de la planta de maíz, así como por la interacción de esos genes en diferentes ambientes. El maíz es una planta C4, y junto con el sorgo, tiene una mayor proporción de fotosíntesis que una planta C3, como el trigo y la soya; el rendimiento también es determinado por genes relacionados con caracteres que contribuyen a mejorar la estabilidad de la producción, como madurez óptima, calidad del tallo, resistencia a situaciones de estrés ambiental, resistencia a patógenos y plagas. El rendimiento se evalúa llevando a cabo ensayos en varias localidades y en varias temporadas a fin de poder medir las interacciones genotipo-ambiente (Poehlman, 2003).

La interacción de varios componentes fisiológicos, en especial de aquellos que más lo limitan y que hacen variar su expresión entre variedades. El rendimiento final de un

cultivo esta determinado por componentes de rendimiento iniciales, componentes de rendimiento morfológicos, componentes de rendimiento fisiológicos, y componentes de rendimiento finales. Los componentes de rendimiento están determinados o afectados por factores ambientales, factores genéticos, manejo de cultivo y la interacción de cada uno de los factores sobre el cultivo a través de sus diferentes etapas fenológicas (Vázquez, 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona de estudio.

El experimento se desarrolló en las parcela 7 de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM, en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México, ubicado a 19^a 42'35" de latitud norte y 99^a 11'42" de longitud oeste, a una altitud de 2252 msnm.

3.2. Condiciones edafoclimaticas.

Clima

La zona se clasifica bajo el sistema de Koppen, modificado por Enriqueta García: Cb w₀ (w) (i) g; esto es templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano e invierno seco (menos del 5% de la precipitación anual) con verano largo y fresco, con temperatura extremosa respecto a su oscilación.

Suelo.

Los suelos que se tienen en la FES Cuautitlán son vertisoles pélicos y presentan una textura fina, son suelos arcillosos; son suelos pesados y duros cuando se secan, forman grietas profundas y pueden ser impermeables al agua de riego o lluvia.

Su pH varía 6 a 7.

Temperatura

La temperatura media anual en el año anterior fue de 15.7°C, en el año 2009 subió a 16.6° C; la temperatura mínima media anual fue de 8.9° C y la máxima media anual de 24.8° C, presentándose en abril la más alta que fue de 28° C.

Precipitación.

La precipitación pluvial en el ciclo primavera verano 2009, de mayo a octubre fue de 558 mm, siendo septiembre el día más lluvioso con una precipitación de 185 mm.

3.3 Material genético

Se emplearon 12 híbridos, de los cuales 11 son trilineales y uno es híbrido de cruza doble, cinco de los genotipos son androestériles y siete fértiles (Cuadro 1).

Cuadro 1. Híbridos de maíz trilineales y dobles, androestériles y fértiles y procedencia de cada genotipo evaluados bajo condiciones de temporal. Rancho Almaraz, FESC, UNAM. Ciclo primavera verano 2009.

Genotipo	Tipo de Híbrido	Androesteril/ Fértil	Origen	Adaptación
H-48	Trilineal	Fértil	INIFAP	Valles Altos
H-50 AE	Doble	Androestéril	INIFAP	Valles Altos
H-47 AE	Trilineal	Androestéril	INIFAP	Valles Altos
H-49 AE	Trilineal	Androestéril	INIFAP	Valles Altos
H-51 AE	Trilineal	Androestéril	INIFAP	Valles Altos
PUMA 1075	Trilineal	Fértil	UNAM	Valles Altos
PUMA 1076	Trilineal	Fértil	UNAM	Valles Altos
PUMA 1167	Trilineal	Fértil	UNAM	Valles Altos
PUMA 1181 AE	Trilineal	Androestéril	UNAM	Transición Bajío- Valles Altos
PUMA 1161	Trilineal	Fértil	UNAM	Transición Bajío- Valles Altos
PUMA 1163	Trilineal	Fértil	UNAM	Transición Bajío- Valles Altos
ASPROS 722	Trilineal	Fértil	ASPROS	Valles Altos

3.4. Diseño experimental.

El diseño experimental que se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar, sometiendo a 12 diferentes genotipos a 12 tratamientos con tres repeticiones, teniendo un total de 36 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en un surco de 5 metros de largo y 0.8 metros de ancho.

3.5. Análisis estadístico.

El análisis se realizó en forma factorial, considerando genotipos, ensayos, así como la interacción entre ambos. Los datos se analizaron mediante el programa estadístico PROC GLM SAS, Se realizó un análisis de varianza para cada variable y comparación de medias por método de Tukey, al 0.05 de significancia para cada una de las variables evaluadas.

3.6. Manejo agronómico.

Preparación del terreno

Para ambos ensayos, la preparación del terreno consistió en un paso de arado, dos rastreos, nivelación y surcado.

Siembra

La siembra del ensayo 6 se realizó el 18 junio del 2009; para el ensayo 7, la siembra fue el 19 de junio del 2009, en ambos ensayos es lo mismo simplemente es la ampliación de la muestra del mismo experimento, ambos ensayos serán sujetos bajo condiciones de temporal, la diferencia de siembra no tiene nada que ver con lo establecido.

Control de malezas

El control se realizó de forma química en la que solo hubo una sola aplicación en el ciclo y se aplicó a los 15 días después de la siembra, en la que se utilizaron Gesaprim (atrazina) 2 kg/ha y hierbamina (2-4 D amina) 2lt/ha.

Fertilización

Se empleó la fórmula 80- 40-00, en una aplicación simultánea al surcado, utilizando Nitrato de amonio y superfosfato de calcio triple.

Cosecha

La cosecha se efectuó de forma manual el 27 de noviembre del 2009, colectando todas las mazorcas incluidas las dañadas.

3.7. Variables evaluadas

Rendimiento, la cual se obtuvo de la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = (\text{P.C} * \% \text{M.S.} * \% \text{G} * \text{F.C.}) / 8600$$

Donde:

- **P.C.**, peso de campo de la totalidad de las mazorcas cosechadas de cada parcela expresada en kilogramos.
- **%M.S.**, porciento de Materia Seca de la muestra de grano de 5 mazorcas.
- **%G**, porcentaje de grano, se obtiene del cociente del peso de la muestra de cinco mazorcas sin olote y el peso de la muestra de las 5 mazorcas con olote multiplicado por 100.
- **F.C.**, factor de conversión para obtener rendimiento por hectárea, que se obtiene al dividir 10 000 m² entre el tamaño de la parcela útil en m².
- **8600**, es una constante para estimar el rendimiento con una humedad comercial del 14%.
- El resultado obtenido se expresa en kg ha⁻¹.

Floración masculina: se registra el número de días transcurridos, desde la siembra hasta que aparece el 50% de las espigas, para cada uno de los surcos de cada genotipo, tomándose el promedio de ellas como dato final.

Floración femenina: se registra el número de días transcurridos, desde la siembra hasta la aparición del 50% de los estigmas, para cada uno de los surcos de cada genotipo, tomándose el promedio de ellas como dato final.

Altura de planta, se toman al azar 5 plantas, las cuales se mide desde la base de la planta o punto de inserción de las raíces, hasta el inicio de la panoja o donde la espiga comienza a dividirse, en la que se promediaron los datos entre ellas como dato final.

Altura de la mazorca, se toman al azar 5 plantas, en las cuales se midió la longitud desde la base de la planta hasta el nudo donde se inserta la mazorca más alta, tomándose el promedio de ellas como dato final.

Mazorcas buenas, después de pesar las mazorcas, se extendieron se separan las mazorcas más sanas (mazorcas con menos del 50% de daño en la estructura o sin daño alguno) se cuantifico el número de mazorcas y registraron.

Mazorcas malas, después de pesar las mazorcas, se extendieron y se cuantifico las mazorcas que tienen más del 50% de daño en la estructura ya sea por plagas, enfermedades.

Peso volumétrico. Se tomó una muestra de cinco mazorcas, se desgranar, se pesa el grano en una balanza hectolétrica para obtener la relación de la muestra a un litro, se expresa kg hl^{-1} .

Sanidad de mazorca. Después de la cosecha, pero antes de tomar una muestra para determinar la humedad se extendió la pila de mazorcas frente a cada parcela y se calificaron características como daños por enfermedades, insectos, tamaño de la mazorca, llenado de grano y uniformidad de la mazorca.

Peso de 200 granos. Se tomó una muestra de 5 mazorcas de cada parcela, se desgranar, se cuentan 200 granos, se pesan y se expresa en gramos.

Longitud de mazorca. Se tomaron 5 mazorcas por parcela y se midió desde la base hasta la punta de cada una, tomando el promedio de ellas como dato final y se expresa en centímetros.

Hileras por mazorca. Se tomó la muestra de 5 mazorcas, se contó el número de hileras de cada mazorca, tomando el promedio de ellas como dato final.

Granos por hilera. La muestra de 5 mazorcas, se contó el número de granos por hilera de cada una, tomando el promedio de ellas como dato final.

Diámetro de mazorca. Se midió cada una de las 5 mazorcas de muestra de cada parcela de la parte media con un vernier, en la cual se tomo el promedio de ellas como dato final.

Diámetro de olote. Se midió cada una de las 5 mazorcas de la muestra de cada parcela de la parte media con un vernier, tomándose el promedio de ellas como dato final.

Granos por mazorca. Esta se obtuvo de la multiplicación de los promedios de hileras por mazorca, tomándose el promedio de ellas como dato final.

% M.S. la mezcla de las 5 mazorcas de la muestra se obtuvo el porcentaje de humedad por medio de un determinador de humedad, este porcentaje se le restó el 100 % y el valor obtenido será el resultado de % M. S.

% de grano. Resulta de la relación entre el peso del grano y el peso total de la muestra que se obtuvo y se multiplica por 100.

$$\% \text{ grano} = \left(\frac{\text{peso sin olote}}{\text{peso con olote}} \right) \times 100$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El análisis de varianza para rendimiento detectó diferencias altamente significativas para híbridos, no así para ensayo y la ampliación de la muestra del mismo ensayo, tampoco para la interacción híbridos por ensayo. La media del rendimiento fue de 8,462 kg ha⁻¹, y el coeficiente de variación de 22.1 % (cuadro 2).

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz androestériles y fértiles de FESC-UNAM e INIFAP, en Cuautitlán Izcalli, México. Ciclo primavera –verano 2009.

Variable	CUADRADOS MEDIOS					Media kg ha ⁻¹	C.V. (%)
	Híbridos	Ensayos	Repetición	Interacción híbridos por ensayo			
Rendimiento	16237708 **	13565	11732	3095981	8462	22.1	
Floración masculina	74.1 *	7.3	33.5	23.7	72	7.3	
Floración femenina	22.6 *	21.1 *	1.4	3.1	75	1.8	
Altura de planta	0.03	0.3 *	0.04	0.01	1.99	9.2	
Altura de mazorca	0.04 *	0.1 *	0.04	0.009	1.21	8.8	
Mazorcas buenas	145.5 *	120.1	6.9	27.8	17.2	33.7	
Mazorcas malas	115.4 *	288 *	7.0	35.3	12	60	
Peso volumétrico	653	501.4	1872.2 *	695.3	736	2.6	
Sanidad de mazorca	3.3 *	3.1 *	0.06	0.4	7.8	11.2	
Cobertura de mazorca	3.1 *	0.0	0.12	0.4	7.4	12.3	
Peso de 200 granos	107.2	40.5	26	52	67.4	13.3	
Longitud de mazorca	9.8 **	0.6	1.1	1.6	14	9.1	
Hileras/mazorca	2.3 *	0.1	1.3	0.5	15.6	5.6	
Granos/hilera	56.7 **	23.3	7.4	4.7	28	9.3	
Diámetro de mazorca	0.1 *	0.0	0.03	0.07	4.7	5.1	
Diámetro de olote	0.07 *	0.4 *	0.2*	0.03	2.5	6.9	
Granos por mazorca	20601 **	4356	3354	3354	437	13.1	
% Materia seca	84.6 *	0.6	27.6	27.6	70	6.8	
% Grano	10.2 **	5.3	2.4	2.4	87	1.4	

** altamente significativa (P< 0.01); * diferencia significativa (P< 0.05)

Para híbridos en las variables floración masculina, femenina, altura de mazorca, mazorcas buenas, mazorcas malas, sanidad y cobertura de mazorca, hileras por mazorca, diámetro de mazorca y olote, % de materia seca, se detectaron diferencias significativas, en cambio para las variables longitud de mazorca, granos por hilera, granos por mazorca, % de grano se definieron diferencias estadísticas altamente significativas. En las variables altura de planta, peso volumétrico y peso de 200 granos no hubo diferencias estadísticas significativas (Cuadro 2).

Para el factor de variación ensayo con la ampliación de la muestra, se detectaron diferencias significativas para las variables de floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas malas, sanidad de mazorcas y diámetro de olote, no así en las otras variables (Cuadro 2).

Para el factor de variación repeticiones solo se encontró diferencia estadística en las variables peso volumétrico y diámetro de olote. El coeficiente de variación oscilo de 1.4 % para porcentaje de grano hasta un 60 % de mazorcas malas (Cuadro 2).

En el factor de variación genotipos, en la comparación de medias para rendimiento se establecieron tres grupos de significancia, el híbrido con mayor rendimiento fue el H-49 AE con 11,054 kg ha⁻¹, seguido el Puma 1167 con 10,347 kg ha⁻¹, y el H-48 con 9,770 kg ha⁻¹. Los rendimientos más bajos correspondieron a Aspros 722 con 6,888 kg ha⁻¹ y el Puma 1161 con 5,182 kg ha⁻¹, ambos híbridos fueron diferentes significativamente con respecto al rendimiento más alto, es decir al híbrido H-49 AE (Cuadro 3), este material se ha validado y presentado a los productores en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX), por algunas ventajas agronómicas (Espinosa *et al.*, 2007; Espinosa *et al.*, 2008; Espinosa *et al.*, 2009). Los híbridos H-49 AE y Puma 1167, si bien son similares estadísticamente en rendimiento al H-48, el comportamiento mostrado es interesante, ya que H-48, puede considerarse un buen referente por ser uno de los materiales de mayor uso comercial en los Valles Altos, en los últimos años (Espinosa *et al.*, 2004; González *et al.*, 2008).

En particular el híbrido Puma 1167, en trabajos previos ha mostrado buenos rendimientos como ahora, en el ciclo primavera-verano 2006 fue el mejor rendimiento que se obtuvo de la investigación de tesis con 9,690 kg ha⁻¹ (Tellez, 2008), en otros sitios también ha presentado buenos resultados, lo que apoya su uso comercial por parte de quienes incrementan y distribuyen su semilla comercial. De los materiales de la FESC, UNAM, fue el genotipo que expreso mejor rendimiento en este estudio.

Los híbridos de origen en la FESC-UNAM, Puma 1181 AE y Puma 1163 F y los materiales H-49 AE, H-47 AE, con origen en el INIFAP presentaron rendimientos numéricos ligeramente superiores con respecto a los testigos comerciales como el

Aspros 722, Puma 1075, Puma 1076, estos últimos materiales fueron los primeros genotipos liberados por la FESC, UNAM, por lo que es hasta cierto punto esperado que los materiales nuevos presenten mejores rendimientos (Tadeo *et al.*, 2003).

El H-50 AE, en su versión fértil, es el híbrido de mayor uso comercial (Espinosa *et al.*, 2004; Espinosa *et al.*, 2006; González *et al.*, 2007), después le sigue el H-48, en uso extensivo en los Valles Altos (González *et al.*, 2008), el primero es un híbrido de cruza doble, es especial para zonas de temporal favorable sin embargo se adapta a ciertas limitaciones, ya que está conformado por dos líneas de alto nivel de endogamia y dos de baja endogamia (Espinosa *et al.*, 2004; González *et al.*, 2007), el uso extensivo de ambos materiales, permite utilizarlos como referentes adecuados. El éxito de ambos materiales, aún cuando ya no existe la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), es que estos híbridos son incrementados y distribuidos por más de 18 empresas pequeñas y medianas de semillas, lo que ha permitido su difusión extensiva en los Valles Altos de México, estrategia que representó la mejor alternativa ante el cierre de la PRONASE (Espinosa, 2003; Espinosa *et al.*, 2004; Espinosa *et al.*, 2004; Espinosa *et al.*, 2006; González *et al.*, 2007; González *et al.*, 2007).

En la floración masculina, el híbrido que mostró mayor precocidad fue Aspros 722, con 61 días a floración, es decir 10 días de anticipación en comparación con los demás híbridos, adicionalmente se definió que no presenta sincronía con la floración femenina, lo que probablemente afecta su rendimiento y expresión fenotípica, con respecto a otros materiales evaluados (Cuadro 3).

En la variable de longitud de mazorca estadísticamente se definieron tres grupos de significancia los valores más altos correspondieron a los híbridos H-49 AE, H-47 AE, Puma 1181 AE y Puma 1075, con una longitud de quince centímetros (15.0) y la de menor longitud de mazorca fue en el híbrido Puma 1161 con once centímetros, lo que podría ser uno de los componentes que explican el bajo rendimiento de este último híbrido, este comportamiento se mantuvo en la variable número de granos por mazorca, en la cual el híbrido Puma 1161 fue el que expresó el menor valor (298 granos por mazorca), diferente estadísticamente a los otros híbridos, lo anterior podría deberse a

que este material, al ser de riego, no completo satisfactoriamente sus requerimientos bajo condiciones de temporal, por lo que expreso valores bajos en las variables y en rendimientos (Tadeo *et al.*, 2004; Tadeo *et al.*, 2007 a; Tadeo *et al.*, 2007 b).

En la comparación de medias para la variable granos por mazorca, el híbrido El H-51 AE mostró el valor más elevado (529 granos por mazorca), en cambio el Puma 1161 mostró el valor más bajo. El H-51 AE (Cuadro 3), después de validarse varios años y mostrarse en los días de Campo ante los productores, fue inscrito ante el Catalogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) durante el año 2010, lo que permite su uso comercial y difusión extensiva (Espinosa *et al.*, 2008). Por su parte el H-47 AE se encuentra en etapa de validación proyectándose su liberación durante el año 2011 (Espinosa *et al.*, 2009).

Cuadro 3. Comparación de medias ($P \leq 0.05$) para las variables evaluadas en híbridos de maíz androestériles y fértiles bajo condiciones de temporal. Ciclo primavera – verano 2009. Cuautitlán Izcalli, México.

Híbrido	Rend. Kg ha ⁻¹	Flor. Masc. (días)	Flor. Fem. (días)	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Longitu d Mazorca (cm)	Granos Por hilera	Granos Por mazorca
H-49 AE	11054 a	72 a	74 cd	200 a	130 ab	15.0 a	28 abc	455 ab
PUMA 1167	10347 ab	71 ab	74 cd	210 a	110 ab	14.0 ab	28 abc	419 ab
H-48	9770 ab	70 ab	74 cd	190 a	130 ab	14.0 ab	28 abc	445 ab
H-47 AE	9657 ab	71 ab	74 d	200 a	120 ab	15.0 a	32 a	496 ab
H-51 AE	9051 ab	74 a	75 cd	200 a	130 a	14.0ab	29 abc	529 a
PUMA 1181 AE	8774abc	74 a	74 d	190 a	110 ab	15.0 ab	31 ab	464 ab
PUMA 1163	8061abc	73 a	79 ab	200 a	110 ab	13.0 ab	30 abc	468 ab
H-50 AE	7879abc	74 a	76 cd	190 a	120 ab	13.0 bc	25 cd	415 b
PUMA 1075	7659abc	70 ab	75 cd	200 a	120 ab	15.0 a	29 abc	453 ab
PUMA 1076	7222 bc	74 a	77 bc	200 a	130 ab	13.0 ab	26 bc	416 ab
ASPROS 722	6888 bc	61 c	74 d	200 a	130 ab	13.0 bc	26 bcd	383 bc
PUMA 1161	5182 c	74 a	80 a	180 a	110 b	11.0 c	21 d	298 c
D.H.S (0.05)	3722	10	3	4.0	0.2	2.0	5	113

En la comparación de medias de la variable porcentaje de grano, se definieron cuatro grupos de significancia, en los cuales el valor más alto en el primer grupo lo obtuvo el híbrido de maíz H-51 AE, con 89 % (Espinosa *et al.*, 2008; Espinosa *et al.*, 2010), este maíz como ya se señaló fue recientemente liberado por el INIFAP, para su uso comercial. El valor más bajo correspondió al híbrido Puma 1161, lo que se debió probablemente a que faltó humedad y periodo para completar el ciclo vegetativo de este híbrido. Lo anterior se confirma en otras variables como sanidad de mazorca, hileras por

mazorca, diámetro de mazorca, en las cuales este híbrido expreso los valores más bajos, lo que en conjunto afectó directamente la expresión del rendimiento.

En la comparación de medias para porcentaje de materia seca, se definieron tres grupos de significancia, en el primer grupo con el valor más elevado (75%), se ubicó el híbrido H-51 AE, en cambio los valores más bajos correspondieron a Puma 1161 con 62% de materia seca y ASPROS 722 con 64% de materia seca, lo anterior confirma el señalamiento de que Puma 1161 fue el genotipo de ciclo vegetativo más largo y que probablemente se afectó en el rendimiento (Cuadro 4).

En las variables de eso volumétrico y el peso de 200 granos no hubo diferencia estadística, lo que señala que probablemente estas variables no influyen en la expresión del rendimiento.

Cuadro 4. Comparación de medias ($P \leq 0.05$) para las variables evaluadas en híbridos de maíz androestériles y fértiles bajo condiciones de temporal. Ciclo primavera – verano 2009. Cuautitlán Izcalli, México.

Híbrido	% Grano	Sanidad mazorcas	Cobertura mazorcas	Peso Volumétrico (kg/hl)	Peso de 200 Granos (g)	Hileras Por Mazorca	Diámetro o Mazorca (cm)	% Materia Seca
H-49 AE	88 ab	9 ab	8 a	740 a	72 a	16 ab	4.8 a	72 ab
PUMA 1167	85 cd	8 abc	7 abc	745 a	70 a	15 ab	4.8 a	70 abc
H-48	87 abc	8 ab	8 abc	720 a	66 a	16 ab	4.7 ab	71 abc
H-47 AE	88 ab	9 a	8 a	738 a	74 a	15 ab	4.7 ab	73 ab
H-51 AE	89 a	8 ab	8 ab	721 a	66 a	16 ab	4.7 ab	75 a
PUMA 1181 AE	86 abcd	8 ab	8 abc	757 a	70 a	15 ab	4.7 ab	67 abc
PUMA 1163	87 abc	7 abc	7 abc	728 a	62 a	16 ab	4.6 ab	70 abc
H-50 AE	88 ab	8 abc	7 abc	728 a	62 a	17 a	4.8 a	71 abc
PUMA 1075	86 abcd	7 abc	7 abc	735 a	72 a	15 ab	4.7 ab	72 ab
PUMA 1076	86 bcd	8 abc	7 abc	735 a	68 a	16 ab	4.5 ab	72 ab
ASPROS 722	88 ab	7 bc	6 bc	738 a	68 a	15 c	4.7 ab	64 bc
PUMA 1161	84 d	6 c	6 c	745 a	60 a	15 b	4.3 b	62 c
D.H.S (0.05)	2	2	2	38	18	2	0.5	9

En la comparación de medias entre los ensayos 6 y 7, establecidos ambos en Cuautitlán Izcalli, Estado de México, para diversas variables, considerando la media de los 12 híbridos de maíz evaluados, se aprecia que en la mayoría de las variables hubo similitud estadística, es decir se presentó un grupo de significancia, lo que se explica porque ambos experimentos fueron establecidos en una parcela contigua, en el Rancho Almaraz, de la FESC-UNAM. Lo que representa similares condiciones que prevalecieron en ambos ensayos, reflejándose en las variables y el rendimiento, hubiese

sido interesante desplazar la segunda fecha de siembra varios días, para establecer diferencias en el ambiente de evaluación (Cuadro 5).

En las variables que no hubo diferencia significativa fueron rendimiento, floración masculina y femenina, altura de mazorca, mazorcas buenas, peso volumétrico , cobertura de mazorca, peso de 200 granos, longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera, diámetro de mazorca, granos por mazorca, % materia seca y % grano. En cambio si hubo diferencias estadísticas en las variables altura de planta y diámetro de olote (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación de medias ($P \leq 0.05$) entre dos ensayos considerando la media de los 12 híbridos de maíz androestériles y fértiles para diferentes variables evaluadas bajo condiciones de temporal. Ciclo primavera – verano 2009. Cuautitlán Izcalli, México.

Variable	Cuautitlán Izcalli, 2009. Ensayo 7	Cuautitlán Izcalli, 2009. Ensayo 6	D.H.S (0.05)
Rendimiento (kg ha⁻¹)	8,476 a	8,448 a	889
Floración masculina (días)	72 a	71 a	2
Floración femenina (días)	76 a	75 a	1
Altura Planta (cm)	190 b	200 a	9
Altura Mazorca (cm)	120 a	120 a	5
Mazorcas buenas	18 a	16 a	3
Mazorcas malas	10 b	14 a	3
Sanidad mazorcas	8 a	8 a	0.4
Cobertura mazorcas	7 a	7 a	0.4
Peso 200 granos	68 a	67 a	4
Longitud Mazorca (cm)	14 a	14 a	0.6
Hileras Por Mazorca	16 a	15 a	0.4
Peso volumétrico (kg/hl)	733 a	739 a	9
Granos Por hilera	28 a	27 a	1
Diámetro Mazorca	4.7 a	4.7 a	0.1
Diámetro Olote	2.6 a	2.4 b	0.08
Granos Por mazorca	429 a	445 a	27
% Materia Seca	70 a	70 a	0.6
% Grano	87 a	86 a	0.6

Cuadro 6. Resultados obtenidos para variables evaluadas en híbridos de maíz androestériles y fértiles considerando la media de dos ensayos bajo condiciones de temporal. Ciclo primavera – verano 2009. Cuautitlán Izcalli, México.

Híbrido	Ensayo	Rend. Kg ha ⁻¹	Flor. Masc. (días)	Flor. Fem. (días)	Altura Planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Longitud Mazorca (cm)	Granos Por hilera	Granos Por mazorca
H-49 AE	6	11291	72	72	210	130	14.0	28	473
H-49 AE	7	10817	72	72	190	130	15.0	29	437
PUMA 1167	6	9577	72	74	220	120	14.0	28	433
PUMA 1167	7	11116	71	74	200	110	15.0	28	406
H-48	6	10936	71	74	200	130	14.0	30	466
H-48	7	8602	70	74	190	120	14.0	27	424
H-47 AE	6	8636	71	74	200	120	15.0	33	521
H-47 AE	7	10678	71	74	200	130	15.0	31	471
H-51 AE	6	8211	74	75	200	130	14.0	29	474
H-51 AE	7	9890	73	76	200	130	15.0	30	584
PUMA 1181 AE	6	9223	73	74	200	120	15.0	31	464
PUMA 1181 AE	7	8324	74	74	190	110	15.0	31	465
PUMA 1163	6	7866	74	78	210	110	15.0	31	492
PUMA 1163	7	8262	73	79	200	110	13.0	28	444
H-50 AE	6	7858	74	77	200	130	13.0	24	394
H-50 AE	7	7900	74	74	180	110	13.0	26	436
PUMA 1075	6	7281	71	76	210	130	15.0	31	466
PUMA 1075	7	8036	70	74	190	110	14.0	28	440
PUMA 1076	6	6806	73	76	210	130	13.0	28	435
PUMA 1076	7	7639	75	77	190	120	13.0	25	397
ASPROS 722	6	7837	55	72	220	130	13.0	26	395
ASPROS 722	7	5939	68	76	190	120	12.0	25	371
PUMA 1161	6	5862	74	79	190	120	14.0	21	323
PUMA 1161	7	4503	74	80	180	100	10.0	20	273
D. H. S. (0.05)		3722	10	3	0.4	0.2	2.0	5	113

Cuadro 7. Resultados obtenidos para variables evaluadas en híbridos de maíz androestériles y fértiles en dos ensayos bajo condiciones de temporal. Ciclo primavera – verano 2009. Cuautitlán Izcalli, México.

Híbrido	Ensayo	% Grano	Sanidad mazorcas	Cob. Maz.	Peso Vol. (kg/hl)	Peso de 200 Granos (g)	Hileras Por Mazorca	Diámetro Mazorca (cm)	% Materia Seca
H-49 AE	6	89	9	8	737	68	17	4.8	69
H-49 AE	7	87	9	8	743	76	16	4.7	74
PUMA 1167	6	84	7	7	750	75	15	4.9	71
PUMA 1167	7	86	8	8	740	65	15	4.7	70
H-48	6	87	8	8	740	67	15	4.9	71
H-48	7	87	8	7	700	65	16	4.6	71
H-47 AE	6	87	8	8	733	75	16	4.9	72
H-47 AE	7	89	9	9	743	72	15	4.5	74
H-51 AE	6	89	8	8	710	67	16	4.8	72
H-51 AE	7	88	9	8	733	65	16	4.6	78
PUMA 1181 AE	6	86	8	8	766	67	15	4.7	69
PUMA 1181 AE	7	87	9	8	753	71	15	4.8	65
PUMA 1163	6	86	8	7	737	59	16	4.6	69
PUMA 1163	7	87	7	7	720	65	16	4.6	69
H-50 AE	6	87	8	8	727	60	16	4.7	71
H-50 AE	7	88	8	7	730	65	17	4.9	72
PUMA 1075	6	87	7	7	750	71	15	4.7	72
PUMA 1075	7	86	8	7	720	73	16	4.7	72
PUMA 1076	6	86	8	8	737	62	16	4.4	71
PUMA 1076	7	86	8	7	733	73	16	4.7	73
ASPROS 722	6	87	7	6	723	66	15	4.7	69
ASPROS 722	7	88	7	7	753	69	15	4.7	59
PUMA 1161	6	84	6	6	760	15	15	4.1	63
PUMA 1161	7	84	7	6	730	59	14	4.4	60
D. H. S. (0.05)		2	2	2	38	18	2	0.5	9

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados de la investigación se concluye lo siguiente:

El híbrido con mejor rendimiento generado por el INIFAP fue el H-49 AE con 11,054 kg/ha, el siguiente híbrido generado por la FESC-UNAM es el Puma 1167 con 10,347 kg/ha, ambos materiales representaron el ciclo primavera-verano 2009 respectivamente presentan una buena opción para la producción de maíz en fechas tardías y bajo condiciones de temporal; con respecto a los maíces referentes del uso comercial como lo son H-48 que en este ciclo presento un rendimiento de (9,770 kg/ha) y H-50 AE que presento un rendimiento de 7,879 kg/ha colocándose respectivamente en el tercer y octavo lugar de los materiales utilizados en esta investigación.

El comportamiento de los híbridos androestériles con respecto a los híbridos fértiles ambos bajo condiciones de temporal y sembrados en fechas tardías como: H-49 AE, H-47 AE, H-51 AE no se vio afectada ya que mantuvieron un rendimiento aceptable.

El rendimiento de los híbridos H-49 AE y Puma 1167 representan 113.1% y 105.9% con respecto al H-48, que es el segundo maíz más usado comercialmente.

De acuerdo a los rendimientos de los materiales del INIFAP y FESC-UNAM, utilizados en la investigación entre los androestériles y fértiles en una proporción de 5:5 se concluye que la diferencia es de 3,356 kg/ha entre ellos superando los androestériles, además que entre los cinco primeros lugares se encuentran más androestériles que fértiles.

Los híbridos generados por el INIFAP y la UNAM, si existen genotipos que superan al genotipo mas utilizado comercialmente para Valles Altos bajo las condiciones mencionadas anteriormente; sin embargo el H-48 sigue dentro de los primeros cinco híbridos con mejor rendimiento.

Otros híbridos como H-47 AE con un rendimiento de (9 657 kg ha⁻¹), que ocupó el cuarto lugar y H-51 AE (9,051 kg ha⁻¹) ocupando el quinto lugar mantuvieron su potencial productivo que han manifestado en ciclos anteriores por lo que no se vio afectado por la siembra de fecha tardía y bajo las condiciones de temporal.

Los Pumas 1181 AE y 1163 que son de adaptación a Transición-Bajío y Valles Altos, sus rendimientos en condiciones de temporal son muy buenos, mostrado así que la potencialidad del Puma 1181 AE en el ciclo primavera-verano 2008, con la modalidad de riego fue de (kg ha⁻¹), no así para el Puma 1161 que es de la misma adaptación y no mostró un buen rendimiento en comparación con los demás híbridos, pero mejor que los de polinización libre.

VI. BIBLIOGRAFÍA.

Arias R. R. 2005. "Evaluación de la eficiencia en la acumulación de materia seca en plántulas de híbridos de maíz de Valles Altos. Tesis de Licenciatura de la carrera de Ingeniería Agrícola. FES-C. Cuautitlán Izcalli, México.

Canales Islas Enrique I. 2010. Productividad de grano, androesterilidad y capacidad restauradora de la fertilidad de híbridos de maíz. Tesis de Licenciatura de la carrera de Ingeniería Agrícola. FES-C. Cuautitlán Izcalli, México. p 59.

Conde C., Ferrer Ma. Rosa y Liverman D.1998. Estudio de vulnerabilidad de la agricultura de maíz de temporal mediante el modelo CERES-MAÍZ. p 93-110.

Elias-Calles E. S., Sánchez, B.S., Hernández P.E. y Muciño S.S. 2003. Proyecto Estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología en el estado de México: Cadena de Maíz Grano Valles Altos. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuícola y Forestal del estado de México (ICAMEX) Metepec, Edo. De México.

Espinosa C. A., Tadeo R. M. y Tapia N., A. 1999. Variedades mejoradas no convencionales de maíz para agrosistemas de mediana productividad. Agricultura Técnica en México. Vol. 25: 83–87.

a.- Espinosa C. A. y Tadeo R. M. 2002. Tecnología de producción de semillas de los híbridos H-48, H-50 y H-153 con esquema de androesterilidad. En: Memoria del Día de Campo CEVAMEX. Memoria Técnica No. 2. CEVAMEX, CIRCE, INIFAP. Chapingo, México. P. 13-15.

b.- Espinosa-Calderón. A, Sierra-Macías M. y Gómez-Montiel N. 2002. Producción y Tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. Revista Agronomía Mesoamericana (México) Vol.:14 (1): pp. 117-121.

Espinosa Tadeo A. 2003. Aspecto contable de una empresa productora de semillas. Tesis Licenciatura. FESC, UNAM.

Espinosa C. A., Piña R. J., Caetano D O., A. y Mora V., M. 2004. 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., M. Sierra M., R. Martínez M., N. Gómez M., F. Caballero H., A. Palafox C., F. Rodríguez M. y V. Esqueda E. 2005. Producción de semilla de híbridos de maíz en México utilizando esterilidad masculina. Revista FESC Divulgación Científica Multidisciplinaria. Año 4 (17): 8-14.

Espinosa C. A., Tadeo R. M., Martínez M. R., y Azpiroz R. S. 2006. Importancia del uso de androesterilidad en la producción de semilla híbrida de maíces de Valles Altos y Zonas de Transición. INIFAP.

a.- Espinosa C. A., Tadeo R. M.; Turrent F. A., Gómez M. N., Sierra M. M., Palafox C. A., Caballero H. F., Valdivia B. R. y Rodríguez M., F. 2008 a. El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. Ciencias. Revista de Difusión de la Facultad de Ciencias de la UNAM. 92-93: 118-125.

b.- Espinosa C. A., Tadeo R. M., Turrent F. A., Sierra M. M., Gómez M. N., Palafox C. A., Rodríguez M. F., Caballero H. F., Valdivia B. R. y Zamudio G., B. 2008 b. Las semillas insumo fundamental para avanzar hacia 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, Carlos F. Marcof Alvarez, Alfredo Cesín Vargas. CEDRSSA-SAGARPA-CP-UACH. p 77-89.

c.- Espinosa C. A., Turrent F. A., Tadeo R. M., Gómez M. N., Sierra M. M. y Caballero H. F. 2008 c. 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. Coordinador J. Luis Seefó Luján. El Colegio de Michoacán. Volumen I: 233-255.

14. d.- Espinosa C. A., Tadeo R. M., Gómez M. N., Sierra M. M., Martínez M. R., Virgen V. J., Palafox C. A., Caballero H. F., Vázquez C. G. y Salinas M. Y. 2008. H-51 AE, Híbrido de Maíz para Valles Altos con androesterilidad para la producción de semilla. En: Memoria Técnica Número 9, Día de Campo CEVAMEX 2008, INIFAP, CEVAMEX, Chapingo, México. p 25-26.

a.- Espinosa C. A., Tadeo R. M., Sierra M. M., Turrent F. A., Valdivia B. R. y Zamudio G. B. 2009 a. Híbridos de Maíz bajo diferentes combinaciones de semilla androestéril y fértil en México. *Agronomía Mesoamericana* 20 (2): 211-216.

b.- Espinosa C. A., Tadeo R. M., Gómez M. N., Sierra M. M., Martínez M. R., Virgen V. J., Palafox C. A., Caballero H. F., Vázquez C. G. y Salinas M. Y. 2009 b. H-47, Híbrido de Maíz para Valles Altos con androesterilidad para la producción de semilla. Memoria Técnica Número 10. 9^a Expo Nacional de Maquinaria Agrícola. INIFAP, CEVAMEX, Chapingo, México. p 50-52.

c.- Espinosa C. A.; Tadeo R. M., Gómez M. N., Sierra M. M., Martínez M. R., Virgen V. J., Palafox C. A., Caballero H. F., Vázquez C. G. y Salinas M. Y. 2009 c. H-49, Híbrido de Maíz para Valles Altos con androesterilidad para la producción de semilla. Memoria Técnica Número 10. 9ª Expo Nacional de Maquinaria Agrícola. INIFAP, CEVAMEX. p 15-16.

Esquivel E. G., Castillo G. F., Hernández C. J. M., Santacruz V. A., García S. G., Acosta G. J. A. y Ramírez H. A. 2009. Aptitud combinatoria y heterosis en etapas tempranas del desarrollo del maíz. Revista Fitotecnia Mexicana, Vol. 32 (4): 311-318.

González H. A., Vázquez G. L., Rodríguez P. J. E. y Pérez L. D. 2007. Rendimiento del Maíz de temporal y su relación con la pudrición de mazorca. Agricultura Técnica de México. Vol. 33 (1).

González E. A., J. Islas G., Espinosa C. A., Vázquez C. J. A. y Word S. 2007. Impacto Económico del Mejoramiento Genético del Maíz en México: Híbrido H-50. INIFAP, Serie: Estudios de Evaluación del Impacto Económico de Productos del INIFAP. Publicación Técnica no. 24. México. p 83.

González E. A., Islas G. J., Espinosa C. A., Vázquez C. J. A. y Word S. 2008. Impacto Económico del Mejoramiento Genético del Maíz en México: Híbrido H-48. Publicación Técnica No. 25. Serie: Estudios de Evaluación del Impacto Económico de Productos del INIFAP. SAGARPA. INIFAP. México.

INIFAP. 2008. Concentrado Estatal del Potencial Productivo del Maíz (*Zea mays* L.) ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal en México. Laboratorio de Agromapas Digitales (LADIGS).

Jugenheimer R. W. 1981. Maíz Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semilla. Edit. Limusa.

Martínez L. C., Mendoza O. L. E., García De Los S. G., Mendoza C. M. C., y Martínez G. Á. 2005. Producción de Semilla Híbrida de Maíz con líneas androfértiles y androestériles isogénicas y su respuesta a la fertilización y densidad de población. *Revista Fitotecnia Mexicana*, Vol. 28 (2): 127-133.

Matías Bautista Demetrio. 2009. Productividad de Híbridos de Maíz para Valles Altos de semilla obtenida con progenitores fértiles y androestériles. Tesis de Licenciatura de la carrera de Ingeniería Agrícola. FES-C. Cuautitlán Izcalli, México. Pp. 42

Ortiz T. C., Espinosa C. A., Azpíroz R. H. S. y Sahagún C. S. 2005. Producción y Tecnología de Semillas de Maíz del INIFAP para los Valles Altos y Zonas de Transición. INIFAP. CIRCE. Campo Experimental Valle de Toluca. Libro Técnico Número 3. Zinacantepec, Estado de México. p 122.

Poehlman Milton John. 2003. Mejoramiento Genético de las cosechas. Edit. Limusa. p 511.

Salazar Dolores. 2008. Evaluación Productiva de Híbridos fértiles, normales de fertilidad restaurada y androestériles de maíz (*Zea mays L.*) de Valles Altos. Tesis de licenciatura FESC-UNAM. Cuautitlán Izcalli, México.

CIMMYT. 2007. Sembrar innovación...nutrir la esperanza: Informe Anual de la Ciencia aplicada al maíz y el trigo.

Serrano R. Jazmín. 2008. Productividad de diferentes mezclas de semilla androestéril y fértil de híbridos puma de maíz en dos fechas de siembra. Tesis de Licenciatura de la carrera de Ingeniería Agrícola. FES-C. Cuautitlán Izcalli, México. Pp. 78

Sierra Macias Mauro. 2001. Descripción Varietal de H-519 C, H-553 C y V-537 C, Maíces con alta calidad de proteína para el Trópico Húmedo de México. INIFAP, México.

Tadeo R. M., Espinosa C. A., Solano A. M. y Martínez M. R. 2001. Esterilidad masculina para producir semilla híbrida de maíz. *Revista Ciencia y Desarrollo*, No. 157.

Tadeo R., M.; Espinosa C., A.; Solano A., M.; Martínez M., R. 2003. Androesterilidad en líneas e híbridos de maíz de Valles Altos de México. *Agronomía Mesoamericana*, Vol. 14 (1): 15-19.

Tadeo R. M., Espinosa C. A., Martínez M. R., Srinivasan G., Beck D., Lothrop J., Torres J. L. y Azpiroz R. S. 2004. “Puma 1075 y Puma 1076, Híbridos de Maíz de Temporal para los Valles Altos de México (2200 a 2600 msnm)”. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 27 (2): 211-212.

a.- Tadeo R. M, Espinosa C. A., Martínez M. R, Tellez C., Gonzalez R. I., Osorio H. J. M., Valdivia B. R., Gómez M. N., Sierra M. M., Caballero H. F., Palafox C. A. y Rodríguez M. F. A. 2007 a. Maize seed production and plant breeding in relation with the process teaching – learning at the National Autonomous University of Mexico (UNAM). In: *African Crop Science Conference Proceedings, African Crop Science Society*, Vol. 8. El Minia, Egypt. Pp. 19- 22.

b.- Tadeo R., M.; Espinosa C., A.; Beck D.; Torres J.L. 2007 b. Rendimiento de semilla de cruas simples fértiles y androestériles progenitoras de híbridos de maíz. *Agricultura Técnica en México*. Mayo-Agosto, Vol.33 (2): 175-180.

Tadeo R. M., Espinosa C. A., Serrano R. J., Arteaga E. I., Meza G. L., Matías B. D., Sierra M. M., Valdivia B. R., Gómez M. N. y Zamudio G., B. 2009. Productividad de diferentes combinaciones de semilla androestéril y fértil en dos híbridos de maíz. *Memoria 55 Reunión Anual de la Sociedad del PCCMCA 2009*. Campeche, México. Pp 43.

Téllez Cosme. 2008. Productividad de Híbridos de Maíz de Valles Altos obtenidos con semillas de progenitores fértiles y androestériles. Tesis de Licenciatura de la carrera de Ingeniería Agrícola. FES-C. Cuautitlán Izcalli, México. p 57

Vázquez S. I. 1998. Evaluación de Rendimiento en los maíces híbridos puma para Valles Altos y zona de Transición. Tesis de Licenciatura de la carrera de Ingeniería Agrícola. FES-C. Cuautitlán Izcalli, México.

Virgen V. J., Arellano V. J. L., Rojas M. I., Ávila P. M.A. y Gutiérrez H. G. F. 2010. Producción de semilla de cruza simple de híbridos de maíz en Tlaxcala, México. Rev. Fitotecnia de México. Vol. 33(4): 107-110.