



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

**PRODUCTIVIDAD DE HÍBRIDOS COMERCIALES Y
EXPERIMENTALES DE MAÍZ EN TRES LOCALIDADES
DEL ESTADO DE MÉXICO.**

TESIS

Que para obtener el título de:

Ingeniera Agrícola

Presenta

ALMA LILÍ CÁRDENAS MARCELO

ASESORA: M.C. MARGARITA TADEO ROBLEDO

COASESORES:

DR. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERÓN

DR. BENJAMÍN ZAMUDIO GONZÁLEZ

CUAUTILÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO 2014



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**

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: M. en A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos a comunicar a usted que revisamos **La Tesis:**

"Productividad de Híbridos Comerciales y Experimentales de Maíz en Tres Localidades del Estado de México"

Que presenta el pasante: **ALMA LILI CÁRDENAS MARELO**
Con número de cuenta: **40902127-7** 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 10 de Octubre de 2014.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M.C. Hilda Carina Gómez Villar	<i>Hilda Carina Gómez Villar</i>
VOCAL	Ing. Edgar Órnelas Díaz	<i>Edgar Órnelas Díaz</i>
SECRETARIO	M.C. Margarita Tadeo Robledo	<i>Margarita Tadeo Robledo</i>
1er SUPLENTE	Dr. Job Zaragoza Esparza	<i>Job Zaragoza Esparza</i>
2do SUPLENTE	M.C. Oscar Horacio Guillén Ayala	<i>Oscar Horacio Guillén Ayala</i>

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

IHM/yrf

AGRADECIMIENTOS

Por haberme cobijado con tu amor en los peores momentos de mi vida, por hacerme saber que siempre estás ahí para mí cuando más te necesite y sobre todo por darme la fuerza necesaria para seguir adelante y no retroceder, gracias papá Diosito.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, la máxima casa de estudios de México, gracias querida universidad por permitirme sentir la grandeza de tu nombre en cada parte de mi ser, pues tu mi segundo hogar permitiste que una niña hoy mujer cumpliera ese sueño dorado de formarme como profesionista.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y a la majestuosa carrera de Ingeniería Agrícola, por brindarme todas las herramientas necesarias para forjarme como estudiante en sus instalaciones, como ser humano con todo su personal docente y administrativo, y sobre todo como profesionista al darme una visión de la labor e importancia de un Ingeniero Agrícola cada viaje de práctica.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) IT201312-3, por otorgar los recursos económicos para la realización de este trabajo de investigación.

A mi padre por enseñarme con su ejemplo que para salir adelante hay que trabajar fuerte y dar lo mejor de uno en cada cosa que se haga, sin duda eres el ejemplo de persona que quiero seguir en mi vida.

A mis directores de tesis, M.C. Margarita Tadeo Robledo: por estar al pendiente de mis estudios académicos y sobre todo por ser la madre de mi segundo hogar, el equipo de granos, al Dr. Alejandro Espinosa Calderón: por su paciencia, tiempo y dedicación hacia mi persona y por brindarme la oportunidad de ampliar mis conocimientos como ayudante de investigador nivel III, y otorgarme una beca del Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT), que ayudo a la culminación de este trabajo.

Al Dr. Benjamín Zamudio, por su colaboración en la localidad de Ixtlahuaca.

A mis compañeros del laboratorio de granos y semillas sin los cuales este trabajo no hubiera tenido el alcance y trascendencia que tiene, por su apoyo incondicional gracias.

DEDICATORIAS

A los productores de maíz, del municipio de Ixtlahuaca, que con su trabajo, esfuerzo y amor, cultivan este bendito grano, sin importar las condiciones climáticas, situación económica, política y cultural. Sin ustedes este trabajo no hubiera tenido razón de ser.

A esa hermosa familia que me dio todo sin restricciones, sus desvelos, preocupaciones, han valido la pena, ya que sin su amor y apoyo jamás hubiera llegado a este punto. Papá gracias por tu apoyo incondicional, mamá gracias por ese amor infinito y cada una de tus oraciones cuando lejos me encontré de casa. Santiago y Dianey gracias por enseñarme que la mayor fuerza viene del corazón y que no hay imposibles para las personas que hacen las cosas por amor. Rodrigo gracias por creer en mí, y obligarme a tu manera a dar lo mejor de mí y ser tu mi inspiración cuando quería abandonar todo. Andrea, Claudia y Gabriel son ustedes que con sus risas, chistes y travesuras me enseñan que la vida nos da todo, solo con verles las caritas y sus brazos extendidos cada vez que llegaba a casa.

A toda mi familia, abuelos, tíos y primos por su amor, apoyo y oraciones, por enseñarme que no hay fortaleza más grande que esta unidad, muchas gracias.

Dr. Alejandro, aún recuerdo el primer día que nos dio clase, jamás había conocido a alguien que le tuviera tanto amor y devoción a su profesión, es eso fue lo que me ha cautivado de usted, es el tipo de persona que predica con el ejemplo y lucha como un león por sus ideales, familia y patria. Gracias por ser una persona tan sencilla, a pesar de tener trabajo muy importante siempre nos brindó su tiempo para resolver dudas o simplemente para saber cómo estábamos.

M.C. Margarita, por ser la fuerza que integre la familia de granos, y se tome el tiempo necesario para darle seguimiento a cada uno de sus tesis, pues a pesar de ser muchos se comporta como una madre con cada uno de nosotros, asegurando que cada uno tome el camino adecuado.

Gracias Dr. Joob Anastacio Zaragoza, Israel Arteaga, Beatriz Martínez y familia, Benjamín Martínez, y demás personas que voluntaria e involuntariamente ayudaron a sacar a delante el ensayo ocho, tengo entendido que hasta ahora ha sido el ensayo que ha costado más sangre y sudor que ha existido en el equipo, pero ustedes me demostraron que no importan los lazos sanguíneos si hay un fin en común todos somos familia, su carácter, compañerismo y humanidad son los tesoros más valiosos que guardare con amor.

Consuelo López, hermanita no hay palabras para agradecer a dios y a la vida por haberte cruzado en mi camino, por las tantas bendiciones que he recibido a tu lado y sobre todo por ser lo más parecido a un ángel guardián que he tenido.

Marcelino, Edmundo, mis queridos profesores de preparatoria sin ustedes no me hubiera atrevido a volar, a luchar por mis metas. Gracias por no solo cumplir como excelentes

profesores sino por interesarse por sus alumnos, por hacernos ver un panorama más amplio y saber que contamos con todas las herramientas necesarias para llegar hasta donde no los proponíamos, gracias porque sin ustedes esta meta hoy culminado jamás hubiera empezado.

Ing. Juan Salome, gracias por ese gran amor a Ingeniería Agrícola, fue eso lo que me salvo de ese momento de desolación, en el primer semestre, su devoción hizo que surgiera un espíritu de fuerza en mí y no claudicar en ese instante.

Héctor Escobar, gracias por tu apoyo y sobre todo por creer en mí cuando más pérdida me sentía, por recordarme que la vida solo se trata de ser felices y que aún existen muchas personas geniales como tú, solo no hay que cerrarse al mundo a pesar del dolor.

Germain Ortega y familia, no hay palabras para agradecerte por su tiempo, consejos, amistad y ese apoyo incondicional, sin duda son una de mis bendiciones más grandes.

Josué Muños, Gracias querido amigo del alma, por las risas, enseñanzas y sobre todo por esa confianza que abriste hacia mi persona.

Brenda Escutia, Juntas de principio a fin, el tiempo hizo madurar nuestra amistad, llenarla de carcajadas, pianos y jugos, eres tú la niña que inunda mi corazón de gozo con tu simple presencia, gracias por estar en cada etapa y no dejarme rendir con tus fantásticos escritos.

Fernando Ortiz, Mireya Martínez, Karina Mora, Julio Valdez, Modesto Islas, Diana Padilla, Joshua García, Ismael Flores y compañeros de generación por soñar, reír, y compartir tantos momentos que hicieron de mi estancia en la facultad lo mejor de mi vida hasta el momento.

Lolita y Paty gracias por sus consejos, amistad y apoyo, por estar ahí a mi lado y escucharme aun sin ser su alumna.

A los profesores que marcaron mi estancia en la Universidad, Arturo Leodegario Ortiz, Gloria Herrera, Yazmin Cuervo, Oscar Horacio Guillen, Edgar Ornelas, Silvestre Benítez, Víctor Pavón, Francisco Pizarro, Lucero Romero, Ana María Martínez, Juan Roberto Guerrero, Jesús Aguirre gracias por transmitir sus conocimientos con amor y dedicación.

A mis compañeros Francisco y Deysi por su sencillez, demostrando que para la amistad no existen fronteras.

A mis amigos del Bachillerato: Ezequiel Senovio, gracias por tenerme siempre presente, por cada uno de tus correos en el primer semestre de universidad, no dejaste que callera en soledad pues tú siempre me acompañaste. Alan Ventura, recuerdo que un día te dije que inteligente eres, y tu respondiste no soy inteligente solo me esfuerzo lo necesario, gracias por cada palabra de apoyo y sobre todo por enseñarme que una persona ante todo debe conservar la humildad sea quien sea en la vida. Leticia Martínez y Edgar Salinas, gracias por todo su cariño y apoyo. Adriana Gonzales, Sandra Camacho y Eva María Covarrubias, chicas como agradecer su alegría

esa chispa que encienden en cada persona que les rodea, esa fuerza, lealtad y capacidad para hacer sus sueños realidad son los que me hacían sentir que nada es imposible.

A mis amigos de la secundaria, que a pesar del tiempo no se han alejado, sino que al contrario nos hemos conocido más a fondo y motivado en nuestras diversas profesiones: Angélica, Juan Diego Sánchez, Melecio Pablo.

Y a toda la gente linda que estuvo en mi camino, Víctor, Blanca Esthela López, Ing. Manuel y Familia, Ing. Guillermo Zazueta y equipo, Ing. Jaime Reyes, gracias por su apoyo y encender la curiosidad en mí, con sus esfuerzo, trabajo y ejemplo.

Contenido general

	Página
Contenido general	i
Índice de cuadros	ii
Resumen	iv
I. Introducción	1
1.1. Objetivo	2
1.2. Hipótesis	2
II. Revisión de literatura	3
2.1. Panorama general de la producción e importancia del maíz	3
2.2. Producción de maíz en el Estado de México	4
2.3. Maíz híbrido	7
2.4. Tipos de híbridos y características	7
2.4.1. Híbridos de cruza simple	7
2.4.2. Híbridos trilineales	8
2.4.3. Híbridos dobles	9
2.4.4. Variedad sintética	9
2.4.5. Variedad mejorada	10
2.4.6. Variedad nativa	11
2.4.7. Híbridos no convencionales	11
2.5. Androesterilidad	12
2.6. Rendimiento	12
III. Materiales y métodos	14
3.1. Ubicación del experimento	14
3.2. Material genético	14
3.3. Diseño experimental	14
3.4. Análisis estadístico	15
3.5. Establecimiento del experimento	15
3.6. Manejo agronómico	16
3.7. Variables evaluadas	16
3.7.1. Floración masculina	17
3.7.2. Floración femenina	17
3.7.3. Altura de planta	17
3.7.4. Altura de mazorca	17
3.7.5. Peso de campo	17
3.7.6. Número total de mazorcas	17
3.7.7. Porcentaje de humedad	17
3.7.8. Peso volumétrico	18
3.7.9. Peso de 200 granos	18
3.7.10. Longitud de mazorca	18
3.7.11. Hileras por mazorca	18
3.7.12. Granos por hilera	18
3.7.13. Diámetro de mazorca	18
3.7.14. Diámetro de olote	18
3.7.15. Granos por mazorca	18
3.7.16. Porcentaje de materia seca	18

3.7.17.	Porcentaje de grano	19
3.7.18.	Rendimiento de grano	19
IV.	Resultados y discusión	20
V.	Conclusiones	37
VI.	Literatura consultada	39

Índice de cuadros

		Página
Cuadro 1	Genotipos utilizados en el trabajo: Productividad de híbridos y variedades de polinización libre de maíz en tres localidades del Estado de México. Ciclo primavera-verano.	15
Cuadro 2	Cuadrados medios y significancia estadística para factores de variación y variables evaluadas en 30 híbridos y variedades a través de tres ambientes del Estado de México. Ciclo primavera verano 2012	21
Cuadro 3	Comparación de medias de ambientes de evaluación (Tukey al 0.05 de probabilidad), considerando la media de 30 genotipos evaluados. Ciclo primavera verano 2012.	22
Cuadro 4	Comparación de medias (Tukey 0.05) de genotipos considerando la media de tres ambientes de evaluación en Valles Altos de México. Ciclo primavera verano 2012.	23
Cuadro 5	Cuadrados medios y significancia estadística para factores de variación y variables evaluadas en 30 híbridos y variedades de maíz en Ixtlahuaca, Estado de México. Ciclo primavera verano 2012.	26
Cuadro 6	Comparación de medias (Tukey 0.05) de genotipos para rendimiento y otras variables evaluadas en el ambiente de Ixtlahuaca, Estado de México.	28
Cuadro 7	Cuadrados medios y significancia estadística para factores de variación y variables evaluadas en 30 híbridos y variedades en la Facultad de Estudios	30

Superiores Cuautitlán, Campo 4, ciclo primavera verano 2012. Estado de México.

Cuadro 8	Comparación de medias (Tukey 0.05) para rendimiento y otras variables evaluadas en el ambiente de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, FESC, UNAM. Estado de México. Primavera verano 2012.	31
Cuadro 9	Cuadrados medios y significancia estadística para factores de variación y variables evaluadas en 30 híbridos y variedades en Santa Lucia, Texcoco, México. CEVAMEX, INIFAP. Ciclo primavera verano 2012.	33
Cuadro 10	Comparación de medias (Tukey 0.05) para rendimiento y otras variables evaluadas en el ambiente Santa Lucia, Texcoco, Estado de México. CEVAMEX, INIFAP. Primavera verano 2012	34

.....

RESUMEN

En el Estado de México el maíz tiene una marcada influencia sobre el desarrollo social y económico, el maíz es el cultivo anual más importante de la entidad. Más de 99% de la producción es de maíz blanco y una mínima parte de amarillo. Obteniéndose un rendimiento promedio ponderado de 2.8 ton/ha.

El uso de semilla certificada de maíz en los Valles Altos de México es muy bajo (6%) y la adaptación de las variedades mejoradas que se han desarrollado corresponde a ciclo intermedio-tardío. En el Valle Toluca–Atlacomulco se cultivan 250,000 ha con maíz, de las cuales un 87 % de los agricultores no utiliza semilla certificada por lo que el rendimiento en dicha región fluctúa entre 2.5 y 6.5 ton/ha.

Para las diferentes regiones y sitios donde se siembra maíz es recomendable que se evalúen las variedades mejoradas disponibles y se determine cuál de estos materiales presenta mejor productividad de grano, para que ofrezca ventajas a los productores.

En este trabajo se establecieron los siguientes objetivos: Determinar la capacidad de rendimiento de un grupo de híbridos comerciales y experimentales, en comparación con testigos de mayor uso comercial y la variedad nativa, en las localidades de Ixtlahuaca, Cuautitlán y Texcoco, Estado de México. Así como las hipótesis: 1.- Entre los híbridos comerciales existe más de uno que supera a la variedad nativa en cada una de las localidades de evaluación.; 2.- Entre los híbridos experimentales, por lo menos uno, se espera que exprese mejor rendimiento que los híbridos en uso comercial y testigo local.

El trabajo se llevó a cabo durante el ciclo Primavera-Verano de 2012, en tres municipios del Estado de México: Ixtlahuaca, Cuautitlán y Texcoco. Evaluándose 30 híbridos experimentales y comerciales, teniendo como testigos los materiales de mayor uso comercial. El diseño experimental se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo factorial, con tres repeticiones. Utilizándose el mismo diseño para cada una de las localidades de estudio. Los

datos se analizaron en el programa SAS, 1999. Realizándose un análisis de varianza y comparación de medias por la prueba de Tukey, al 0.05 de significancia para cada una de las variables evaluadas.

La evaluación del rendimiento en las tres localidades (Ixtlahuaca, Texcoco y Cuautitlán, permitió definir el rendimiento promedio, destaco por su media más elevado el híbrido H-51 AE, de INIFAP, con 9,049 kg ha⁻¹, además de los híbridos experimentales Prospecto AE3 (8875 kg ha⁻¹) y H-47 AE R1 (8625 kg ha⁻¹), en los dos primeros casos materiales androestériles y en el tercero con fertilidad restaurada.

En la localidad de Ixtlahuaca el rendimiento más alto lo presentó el híbrido trilineal de INIFAP H-51 AE, con 9,068 kg ha⁻¹. Para Cuautitlán, si bien no se detectó diferencia estadística para genotipos, numéricamente el rendimiento más alto lo presentó el híbrido experimental H-47 AE R1 con 7975 kg ha⁻¹. Mientras que para la localidad de Texcoco, se definieron dos grupos de significancia, el rendimiento más alto lo presentó el híbrido experimental Prospecto AE3, con 12,568 kg ha⁻¹.

La ubicación en buenos niveles de rendimiento y capacidad productiva de los materiales producto de la investigación pública representan alternativas para el abastecimiento de semillas, a través de microempresas de semillas, como ya ocurre en más de 30 empresas en los Valles Altos de México.

I. INTRODUCCIÓN

En México se siembran anualmente 8.5 millones de hectáreas de maíz, y se genera una producción de poco más de 22 millones de toneladas de grano, sin embargo en el año 2011 se cosecharon 17.8 millones de toneladas, por lo que en el 2012, México importó 9 millones 515,000 toneladas de maíz, de las cuales 87.9% provino de EU; el resto de Sudáfrica y Brasil (El economista, 2014).

Para el caso específico del Estado de México el maíz tiene una marcada influencia sobre el desarrollo social y económico. La superficie territorial de la entidad comprende 22,499.95 km², de los cuales en el 18% se siembra maíz (Ortega y Ochoa, 2003). Por la superficie que ocupa, el maíz, es el cultivo anual más importante de la entidad. Más de 99% de la producción fue de maíz blanco y una mínima parte de amarillo. Obteniéndose un rendimiento promedio ponderado de 2.8 ton/ha.

El área dedicada al maíz en los Valles Altos de México, cuenta con condiciones de riego, humedad residual o temporal con precipitaciones pluviales favorables, siendo de “Muy buena” y “Buena productividad”, aproximadamente 700 mil hectáreas (Turrent, 1994; Turrent, 2008), de estas, por lo menos 300 mil hectáreas son factibles de ser sembradas con semilla de híbridos de alto potencial de rendimiento. En esta zona bajo las condiciones señaladas, el rendimiento promedio es de 3.5 ton/ha de grano de maíz, pudiéndose elevar por lo menos a 6.0 ton/ha, si se utilizan semillas mejoradas y la tecnología de producción desarrollada por el INIFAP (Espinosa *et al.*, 2004a; Espinosa *et al.*, 2004 b).

El uso de semilla certificada de maíz en los Valles Altos de México es muy bajo (6%) y la adaptación de las variedades mejoradas que se han desarrollado corresponde a ciclo intermedio-tardío (Espinosa *et al.*, 1992; Espinosa, 1993; Espinosa *et al.*, 2008a; Espinosa *et al.*, 2008b). Una razón de la baja adopción de semillas mejoradas, es el cierre de actividades de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), ya que se canceló el esquema de aprovechamiento,

incremento y distribución de la semilla de los materiales mejorados del INIFAP (Ortiz *et al.*, 2007; Espinosa *et al.*, 2009a; Luna *et al.*, 2012; Espinosa *et al.*, 2014), por lo que para fortalecer diversas estrategias de abastecimiento de semillas, desde hace años, se apoya el desarrollo de micro y medianas empresas que multipliquen y comercialicen semilla certificada (Espinosa, 2003; Tadeo y Espinosa, 2004).

En el Valle Toluca–Atlacomulco se cultivan 250,000 ha con maíz, principalmente con variedades nativas, presentando susceptibilidad a la pudrición de mazorca causada por *Fusarium spp.* (Con una pérdida entre 7.5 y 38.0 %) y acame (incidencia entre el 19 y 69 %). De las 250,000 ha que se siembran un 87 % de los agricultores no utiliza semilla certificada por lo que el rendimiento en dicha región fluctúa entre 2.5 y 6.5 ton/ha, siendo la media estatal 2.8 ton ha⁻¹. (Ramírez, 2014).

Para las diferentes regiones y sitios donde se siembra maíz es recomendable que se evalúen las variedades mejoradas disponibles y se determine cuál de estos materiales presenta mejor productividad de grano, para que ofrezca ventajas a los productores.

1.1. OBJETIVO

Determinar la capacidad de rendimiento de un grupo de híbridos comerciales y experimentales, en comparación con testigos de mayor uso comercial y la variedad nativa, en las localidades de Ixtlahuaca, Cuautitlán y Texcoco, Estado de México.

1.2. HIPÓTESIS

- 1.- Entre los híbridos comerciales existe más de uno que supera a la variedad nativa en cada una de las localidades de evaluación.
- 2.- Entre los híbridos experimentales, por lo menos uno, se espera que exprese mejor rendimiento que los híbridos en uso comercial y testigo local.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Panorama general de la producción e importancia del maíz

Los principales granos que se producen en el mundo son maíz, trigo, arroz, cebada, sorgo y avena. De ellos, el de mayor participación es el maíz, con 39% de la producción mundial, le sigue en importancia el trigo con 30%, después el arroz con 21%. Estos tres granos concentraron el 90% de la producción mundial en el ciclo 2010-2011 señala el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés).

Maíz, palabra de origen indio caribeño, que literalmente significa “lo que sustenta la vida”. El maíz (*Zea mays L.*) es una gramínea anual originaria de México. Empleado tanto en la dieta humana, como alimento forrajero e insumo en la agroindustria. Siendo el maíz uno de los aportes más valiosos de México a la seguridad alimentaria mundial; además de ser uno de los alimentos básicos para el pueblo mexicano. Produciéndose en México el 2.7% de todo el maíz en el mundo (23 millones de toneladas en 2012), siendo el 4° productor a nivel global, detrás de Estados Unidos 21%, China 20%, y Brasil 8% (AGRODER, 2012).

México es el mercado más grande de maíz para consumo humano en el mundo, representando el 11% del consumo mundial. Cada mexicano consume, en promedio, 123 kg de maíz anualmente, cifra muy superior al promedio mundial 16.8 Kg *per cápita* anual aparente. (AGRODER, 2012).

El rendimiento promedio por hectárea es de 3.2 toneladas (lugar 78 de 164 países que producen este grano en el mundo). Mientras que en México, el promedio mundial es de 5.2 ton/ha, a pesar de ser el centro de origen de este grano (AGRODER, 2012).

En México el 69% del maíz producido es destinado al consumo humano, el 20% al sector pecuario, 10% a la industria, y 1% a la producción de semilla (Ortega y Ochoa, 2003).

El 50% de la producción de maíz en México se obtiene de cinco principales estados productores, los cuales son: Sinaloa (23%) Jalisco (14%), Estado de México (7%), Michoacán y Chiapas.

2.2 Producción de maíz en el Estado de México

Para el caso específico del Estado de México la superficie de cultivo se distribuye en los distritos de Desarrollo Rural (DDR) de la siguiente manera: Atlacomulco 20.9%, Toluca 16.9%, Zumpango 16.6%, Tejupilco 14.2%, Coatepec Harinas 8.4%, Texcoco 7.9%, Valle de Bravo 7.9% y Jilotepec 7.1%. Las mayores superficies de riego (punta de riego) se encuentran en Atlacomulco (27.3%), Zumpango (21.2%), Jilotepec (17.9%), y Toluca (13.2%); mientras que las tierras de temporal se distribuyen de manera uniforme entre los ocho distritos, acorde a la superficie agrícola total que presenta en cada uno de estos (Rodríguez, 2007).

Durante el año promedio 2008/2010 la producción de maíz en la entidad, fue de 1.57 millones de toneladas. Toluca y Atlacomulco fueron los DDR con el mayor nivel de producción, cada uno con más de 29% del total, seguido de Valle de Bravo (9.6%), Tejupilco (7.0%), Jilotepec (6.8%), Zumpango (6.6%), Texcoco (6.6%) y Coatepec de Harinas (4.6%). (SIAP-SAGARPA, 2011).

De acuerdo con su uso, el consumo de maíz blanco en la entidad se distribuyó de la siguiente manera: 39.9% fue consumido por la industria de la tortilla, 24.1% por la industria harinera, 20.2% por el sector rural, 12.0% por el sector pecuario, 3.8% se perdió en mermas y 0.6% fue usado como semilla. En el caso del maíz amarillo, 54.3% fue consumido por la industria de almidones y féculas, 42.9% por la industria de alimentos balanceados y 2.7% por la industria de los cereales. INEGI (2010).

Debido a que la producción no es suficiente para abastecer la demanda de consumo, el Estado de México es una de las entidades con el mayor déficit de maíz en el país; en 2008/2010, sólo 50.9% del consumo estatal aparente fue abastecido con la producción de la entidad y 49.1% se abasteció con maíz proveniente de entidades con excedentes en la República Mexicana, así como de grano proveniente de los Estados Unidos de América (EUA).

La respuesta potencial en rendimiento de grano de maíz, respecto al promedio de agua de lluvia en Valles Altos del Estado de México que va de 700 a 900 mm anual, sería de más de 10 toneladas de grano por hectárea con híbridos de alto potencial de rendimiento (Espinosa *et al.*, 2000).

En esta zona el rendimiento promedio es de 2.8 ton/ha de grano de maíz, pudiéndose elevar por lo menos a 6.0 ton/ha, si se utilizan semillas mejoradas y la tecnología de producción desarrollada por el INIFAP (Espinosa *et al.*, 2004 a; Espinosa *et al.*, 2004 b).

Sin embargo, el promedio estatal no supera las 3 ton/ha de grano de maíz y la tasa de crecimiento de la producción de este grano en el Estado de México es negativa en los últimos diez años. La producción de maíz en los Valles Altos del Estado de México se ha convertido en un verdadero riesgo creciente de pérdidas.

Un componente esencial de cualquier proceso de intensificación sustentable de las actividades agrícolas es, sin duda el desarrollo de variedades mejoradas. Se han demostrado en campo varios beneficios, entre otros, el incremento del rendimiento (Aceves *et al.*, 2002; Arellano *et al.*, 2003). Con el fin de obtener semillas mejoradas de maíz, se requiere de investigaciones en mejoramiento genético. Por ello la investigación resulta crucial y absolutamente imprescindible.

El uso de semilla certificada de maíz en los Valles Altos de México es muy bajo (6%) y la adaptación de las variedades mejoradas que se han desarrollado corresponde a ciclo intermedio-tardío (Espinosa *et al.*, 1992; Espinosa, 1993; Espinosa *et al.*, 2008a; Espinosa *et al.*, 2008b; Espinosa *et al.*, 2008c). Rodríguez reporta que en el año 2006, el 58.7% de semilla sembrada en zonas de riego correspondía a semilla certificada.

Como se ha mencionado, la agricultura de riego en esta entidad ocupa 159,712 ha. Contando con terrenos aptos para la mecanización, con la aplicación de paquetes tecnológicos que incluyen fertilización y control fitosanitario; las principales limitantes que enfrenta, dada a su ubicación en los valles más altos del altiplano, están relacionadas con los factores climáticos. En el resto de la entidad predomina la agricultura de temporal, caracterizada por bajos niveles tecnológicos, en la que prevalece el minifundio con un marcado de monocultivo; ocupa una superficie de 748,445 ha (Gaucín, 2007; INEGI, 2011).

Sin embargo la concepción que tiene el campesino sobre los híbridos, se encuentra en debate, ya que no se cuenta con la información adecuada, de ¿Qué son?, puesto que se les confunde con los “transgénicos” y a palabras de ellos, “maíz del gabacho”. Los que han trabajado con híbridos no los conocen por su nombre comercial, solo los conocen como “híbridos o cuateras”, ocasionando que al querer emplear el material que les funcionó el año anterior, adquieran uno totalmente diferente, con características diferentes y el productor al no tener buen rendimiento deje de usarlos.

Aunque el rendimiento de un maíz híbrido es superior al nativo, los costos de producción no están al alcance de todos, ya que solo es rentable para aquellos que tienen rendimientos de más de 5 ton/ha., sin embargo debido a los eventos climáticos extremos del año 2012, varios productores optaron en 2013 por las variedades mejoradas, ya que el nativo sufrió acame severo, y notaron que estos

materiales mejorados son de porte más bajo y raíces pronunciadas por lo que resisten más al acame.

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 cruzamiento entre líneas endogámicas homocigóticas (Poehlman, 2003).

2.4 Tipos de híbridos y características.

Dentro de los diferentes tipos de variedades que existen en maíz se pueden mencionar: a) Híbridos de cruza simple.

b) Híbridos trilineales.

c) Híbridos de cruza doble.

d) Variedades sintéticas.

e) Variedades mejoradas.

f) Variedades nativas.

g) híbridos no convencionales.

(Canales, 2010).

2.4.1 Híbridos de cruza simple.

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.

Sus características son:

- ✓ Tienen mayor potencial productivo que le 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.
- ✓ Tienen escasa productividad de semilla, por lo que el precio de la semilla es muy alto.
- ✓ Se requiere comprar semilla cada año.

(Espinosa, 2006)

2.4.2 Híbridos trilíneales.

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 con el progenitor productor de polen (Poehlman, 2013).

Sus características son:

- ✓ Menor potencial productivo de grano que los híbridos simples, pero mayor potencial productivo de grano que los híbridos dobles.
- ✓ Responden bien en zonas con punta 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.

(Espinosa, 2006)

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 cruza simples, que a su vez se cruzan para producir el híbrido doble (Poehlman, 2003).

Sus características son:

- ✓ Menor potencial productivo de grano que los híbridos trilineales 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.
 - ✓ Dificil control de calidad genética en producción de semilla.
 - ✓ Cosecha manual.
 - ✓ Compra de semilla nueva cada año.
 - ✓ Regular facilidad de producción de semilla.
- (Espinosa, 2006)

2.4.4 Variedad sintética

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 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 ambientes desfavorables. Su ámbito de recomendación es para localidades 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.
(Espinosa, 2006)

2.4.5 Variedad mejorada

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 reúnen las condiciones 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 le recomienda (Espinosa *et. al.*, 2009b).

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.*, 2009a).

Sus características son:

- ✓ Poseen menor potencial productivo de grano que las variedades sintéticas, pero mayor potencial productivo que las variedades nativas.
- ✓ 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 semilla para la siembra se obtiene de la misma parcela.

- ✓ Facilidad para la producción de semilla ya que es un solo lote.
(Espinosa, 2006)

2.4.6 Variedad Nativa

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 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 mazorca.
- ✓ La cosecha debe efectuarse de manera 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).
- ✓ Resistente a condiciones ambientales desfavorables.
(Espinosa, 2006)

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 son:

- ✓ Mayor potencial productivo que variedades sintéticas e híbridos varietales, dependiendo del híbrido varietal no convencional.
- ✓ Responden muy bien en localidades 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 en el control de progenitores.

(Espinosa, 2006)

2.5 Androesterilidad

Es la imposibilidad por parte de la planta de generar órganos reproductivos o polen viable para la fertilidad 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 la cebolla y sorgo, así como el desespigamiento del maíz. En las líneas macho estéril las flores no producen anteras funcionales, por lo que no puede ver autopolinización. La esterilidad masculina puede ser controlada por la acción de genes específicos o por mecanismos hereditarios en el citoplasma (Poehlman, 2003).

2.6 Rendimiento

El potencial para obtener altos rendimientos de grano es un objetivo completo 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, tienen una mayor producción de fotosintatos que las plantas 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, 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 integración de varios componentes fisiológicos, es especial de aquellos que más lo limitan y que hacen variar su expresión entre variedades. El rendimiento final de un cultivo está determinado por componentes de rendimiento iniciales, componentes de rendimiento morfológicos, componentes de rendimientos 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 Ubicación del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo durante el ciclo Primavera-Verano de 2012, en tres municipios del Estado de México:

Ixtlahuaca, Santa Ana la Ladera, Longitud 99° 88'o y 19° 58'n a una altitud de 2525 msnm.

Cuautitlán Izcalli, Rancho Almaraz de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ubicado en los 99° 11' 42''o y 19° 41' 35''n, a una altitud de 2274 msnm. De acuerdo a la clasificación de Köpen modificada por García (2004), el clima de Cuautitlán se clasifica como C(W0)(W)b (i''). La precipitación anual promedio histórico es de 609,2 mm (García 2004).

Texcoco, Campo Experimental del Valle de México (CEVAMEX), dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), EN Santa Lucia de Prías, Cuatlinchán. Ubicado en los 98 ° 51'o y 19 ° 27'n, a una altura de 2240 msnm.

3.2 Material genético

Se utilizaron los genotipos que se describen en el cuadro 1.

3.3 Diseño experimental de campo

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, con un arreglo factorial teniéndose tres repeticiones. Utilizándose el mismo diseño para cada una de las localidades de estudio. Cada unidad experimental consistió en un surco de cinco metros de largo por 80 cm de ancho.

Cuadro 1. Genotipos utilizados en el trabajo: Productividad de híbridos y variedades de polinización libre de maíz en tres localidades del Estado de México. Ciclo primavera-verano 2012.

No. Trat.	Genotipo	Experimental o comercial	No. Trat.	Genotipo	Experimental o comercial
1	ASPROS 722	CT	16	VARIEDAD NATIVA IXTLAHUACA	CT
2	P1684	E	17	HID-17	C
3	ASPROS 723	C	18	BLANCO DE LA FEDERACION	C
4	Z-60	CT	19	CROMO SEED	C
5	H-51 AE	C	20	H-57	E
6	H-53 AE1	E	21	H-40	CT
7	PROSPECTO AE3	E	22	MJ8092	E
8	H-47 AE R1	E	23	SYN1806	E
9	PROSPECTO AE2	E	24	FAISAN ASGROW	CT
10	PROSPECTO AE1	E	25	H-C8	C
11	PUMA 1075	C	26	H-48	CT
12	PUMA 1076	C	27	H-50	CT
13	PUMA 1167	C	28	H-52	C
14	PUMA 1183 AE1	E	29	H-66	C
15	PUMA 1183 AE2	E	30	H-70	C

HT, Híbrido Trilineal, HD, Híbrido Doble, VN, Variedad Nativa, CT, Comercial Testigo, C, Comercial, E, Experimental.

3.4 Análisis estadístico

El análisis de varianza individual, considero los factores; genotipos, repeticiones y error experimental, en cada uno de los tres experimentos, efectuándose un análisis factorial donde se consideraron como factores los genotipos (variedades) y las localidades, así como la interacción variedades x localidades, se efectuó una comparación de medias por el método de Tukey, al 0.05 de significancia para cada una de las variables evaluadas, en los experimentos individuales, así como en el análisis combinado.

3.5 Establecimiento de experimentos

La preparación del terreno se realizó de manera similar en las tres localidades y consistió en: aradura, rastreo, cruza y surcado a 80 cm. La siembra se llevó a cabo en el ciclo Primavera-Verano de 2012. Se sembró a pala, depositando 3 semillas por mata cada 50 cm, aclareando posteriormente, para obtener una densidad de población de 60,000 plantas por hectárea.

3.6 Manejo agronómico

En las tres localidades se fertilizó con la dosis 80-40-00, aplicándose simultáneamente durante el surcado, utilizando Nitrato de amonio y Superfosfato de calcio triple.

Los experimentos en los municipios de Cuautitlán e Ixtlahuaca se establecieron con punta de riego, la humedad en el resto del ciclo de cultivo procedió de la precipitación pluvial (llamada temporal). Mientras que en Texcoco el ensayo se estableció con riego en la siembra, además de aplicarse dos riegos adicionales durante el ciclo de cultivo.

A los 15 días posteriores a la siembra en cada localidad se aplicó herbicida para el control de las malezas. En Ixtlahuaca se aplicó Lumax 5 l/ha. En el caso de Cuautitlán y CEVAMEX, se aplicó Gesaprim (Atrazina) 2 kg/ha y Hierbamina (2-4D amina: 2 l/ha).

La cosecha se realizó en forma manual, para la localidad de Ixtlahuaca, Estado de México el 05 de diciembre de 2012, en cambio se realizó el 10 y 17 de diciembre de 2012, en la localidad de Cuautitlán Izcalli y Santa Lucía, Texcoco, respectivamente.

3.7 Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron en ésta investigación fueron las siguientes:

3.7.1 Floración masculina: se tomó en cuenta desde el momento en que se realiza la siembra hasta el momento que aparecieron el 50% de las espigas por parcela experimental.

3.7.2 Floración femenina: se tomó el dato considerando el día de la siembra hasta la aparición del 50% de los estigmas, que a su vez miden de 2 a 3 cm de longitud.

3.7.3 Altura de la planta: en 5 a 10 plantas seleccionadas al azar, se midió la distancia desde la base de la planta hasta el punto donde comienza a dividirse la espiga (panoja). Se registró la altura de la planta en centímetros.

3.7.4 Altura de la mazorca: en las mismas 5 a 10 plantas cuya altura se midió, se determinó la distancia en cm desde la base de la planta hasta el nudo con la mazorca más alta.

3.7.5 Peso de campo: después de cosechar todas las plantas, se registró en Kg el peso de las mazorcas con olote. La cosecha de maíz se realizó hasta que el contenido de humedad fue del 15 al 12%.

3.7.6 Número total de mazorcas: se registró la cantidad total de mazorcas cosechadas.

3.7.7 Porcentaje de humedad: se tomaron cinco mazorcas de cada parcela, se desgranaron y se hizo una mezcla del grano obtenido y con esta muestra se determinó el porcentaje de humedad con un determinador de humedad (marca Burrows, modelo 700).

3.7.8 Peso volumétrico: se tomó una muestra de cinco mazorcas, se desgranaron y se pesó el grano en una balanza de peso hectolitrico para obtener la relación de la muestra a un litro; Kg/Hl

3.7.9 Peso de 200 granos: se tomó una muestra de cinco mazorcas las cuales se desgranaron y se contaron 200 granos; éstos se pesaron y se registró su peso en gramos.

3.7.10 Longitud de mazorca: se tomó una muestra de cinco mazorcas, cada una fue medida desde la base hasta la punta y se registró su medida en centímetros, posteriormente se obtuvo el valor promedio,

3.7.11 Hileras por mazorca: se tomó una muestra de cinco mazorcas, se contó el número de hileras de cada mazorca, y se obtuvo el valor promedio

3.7.12 Granos por hilera: Se tomó una muestra de cinco mazorcas, se contó el número de granos de cada hilera de cada una de las mazorcas, se obtuvo el valor promedio y se registró el número.

3.7.13 Diámetro de mazorca: se tomó una muestra de cinco mazorcas, se midió la parte media de cada mazorca con un vernier, se obtuvo el valor promedio y se registró.

3.7.14 Diámetro de olote: se tomó una muestra de cinco mazorcas, se midió la parte media de cada olote con un vernier, se obtuvo el promedio y se registró.

3.7.15 Granos por mazorca: se obtuvo multiplicando el promedio de hileras de cada mazorca por el promedio de granos por hilera.

3.7.16 Porcentaje de materia seca: Se tomó una muestra de cinco mazorcas, se desgranaron y se tomó una muestra de 250 g, se obtuvo el % de humedad por

medio de un determinador de humedad. Posteriormente al 100% se le resta el valor obtenido y, el resultado es el porcentaje de materia seca y se registró.

3.7.17 Porcentaje de grano: se obtuvo de la siguiente manera: peso de la muestra de cinco mazorcas sin olote entre el peso de la muestra de cinco mazorcas por cien y se registró.

3.7.18 Rendimiento de grano: se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = (\text{P.C} \times \% \text{MS} \times \% \text{G} \times \text{FC}) / 8600$$

Dónde:

PC: Peso de campo de la totalidad de las mazorcas cosechadas de cada parcela; Kg.

%MS: Porcentaje de materia seca, obtenida de la muestra de 5 mazorcas cosechadas.

%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 cien.

FC: Factor de conversión para obtener rendimiento por hectárea, que se obtiene al dividir $10,000 \text{ m}^2$ entre el tamaño de la parcela útil en m^2 .

8,600: Es una constante para estimar el rendimiento con una humedad comercial del 14%; Kg ha^{-1} .

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera parte de los resultados se presenta el análisis combinado de los tres experimentos, donde se consideran los factores genotipos, ambientes y la interacción genotipos x ambientes y después se presentan los resultados para cada uno de los ambientes.

En el Cuadro 2 se presentan los cuadrados medios y la significancia, para los factores de variación (genotipos, ambientes y la interacción genotipos x ambientes) y las diferentes variables evaluadas en el presente estudio. Para rendimiento de grano se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas para genotipos, ambientes, así como significativos al nivel de 0.05 de probabilidad para la interacción ambientes x genotipos. El coeficiente de variación fue de 19.2 % y la media general de rendimiento de 7472 kg ha⁻¹.

Para el factor de variación genotipos, hubo diferencia altamente significativa para las variables floración masculina, floración femenina, altura de planta y altura de mazorca, peso de 200 granos, longitud de mazorca, hileras por mazorca y porcentaje de grano, en cambio para las variables granos por hilera y granos por mazorca la diferencia fue significativa al 0.05 de probabilidad. El material genético se comportó diferente en cada ambiente. Finalmente en las variables peso volumétrico y porcentaje de materia seca no se detectaron diferencias significativas (Cuadro 2).

En el factor de variación ambiente, en todas las variables se detectaron diferencias altamente significativas. En cambio para la interacción ambientes x genotipos se presentaron diferencias estadísticamente significativas (0.05 de probabilidad) sólo para las variables rendimiento como ya se comentó y floración masculina, en el resto de variables no hubo significancia (Cuadro 2).

En la comparación de medias para ambientes (Tukey, 0.05 de probabilidad), considerando la media de los genotipos evaluados, se presentaron dos grupos de significancia, la localidad que presentó el mayor rendimiento fue CEVAMEX con una media de 9727 kg ha⁻¹, superior a Ixtlahuaca y FESC-UNAM, Cuautitlán, con 6527 kg ha⁻¹ y 6162 kg ha⁻¹, respectivamente, lo que podría deberse a que el factor de humedad durante el cultivo, fue cubierto con riegos, cuando estos fueron necesarios (Cuadro 3).

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia estadística para factores de variación y variables evaluadas en 30 híbridos y variedades a través de tres ambientes del Estado de México. Ciclo primavera verano 2012.

VARIABLE F.V.	Genotipos	Ambientes	Ambientes*Genotipos	C.V. (%)	MEDIA
Rendimiento	9172700**	346194552**	3570528*	19.2	7472
Floración Masculina	31**	3060**	6*	2.3	81.7
Floración Femenina	30**	2702**	7	2.6	83.1
Altura de Planta	1592**	94261**	448	7.7	244
Altura de Mazorca	3827**	15931**	1466	32.6	127
Peso Volumétrico	62622	593018**	74835	5	728
Peso de 200 Granos	208**	1023**	81	10.6	7.2
Longitud de Mazorca	7.5**	11.5**	1.6	8.7	14.4
Hileras por Mazorca	7.2**	14.3**	1.7	7.3	15.3
Granos por Hilera	748*	1227**	789	13	28
Granos por Mazorca	8621*	91036**	4096	16	425
% Materia Seca	21	27225**	45	7.3	76
% Grano	759**	4591**	483	3.2	82

Significancia estadística al 0.01 de probabilidad (**), al 0.05 de probabilidad (*).

El ambiente de Santa Lucia (CEVAMEX), presento los valores más altos en la comparación de medias para las variables altura de planta, altura de mazorca, peso volumétrico, peso de 200 granos, longitud de mazorca, granos por hilera, granos por mazorca, porcentaje de materia seca, porcentaje de grano, con respecto a los otros dos ambientes, debido probablemente a la mejor disponibilidad de humedad (Cuadro 3):

En la comparación de medias de la mayoría de variables, exceptuando altura de mazorca (que presentó dos grupos de significancia), se definieron tres grupos de significancia, definiéndose el ambiente Santa Lucia (CEVAMEX), en el nivel más alto en la mayoría de variables, excepto para Floración Masculina, Floración Femenina (Cuadro 3), hileras por mazorca (Cuadro 4).

Cuadro 3. Comparación de medias de los ambientes de evaluación (Tukey al 0.05 de probabilidad), considerando la media de 30 genotipos evaluados. Ciclo primavera verano 2012.

Ambientes	Rendimiento Kg/Ha ⁻¹	Floración Masculina (días)	Floración Femenina (días)	Altura de Planta (cm)	Altura de Mazorca (cm)	Peso Volumétrico (Kg/Hl)	Peso de 200 granos (g)
CEVAMEX	9727a	76.9c	78.8c	280a	141a	775a	71a
IXTLAHUACA	6527b	88.2a	89.2a	236b	114b	743b	68b
FESC, UNAM	6162b	80.2b	81.3b	216c	125b	664c	64c
D.H.S (0.05)	507	0.65	0.8	6.6	14.6	13	2.5

Continuación cuadro 3.

Ambientes	Longitud de Mazorca (cm)	Hileras por Mazorca	Granos por Hilera	Granos por Mazorca	% Materia Seca	% Grano
CEVAMEX	14.8a	15.1b	30a	460a	89.8a	86.4a
IXTLAHUACA	14.1bc	15b	28b	417b	82.4b	83.1b
FESC, UNAM	14.3ab	15.7a	25c	398c	56.7c	76.5c
D.H.S (0.05)	0.44	0.39	1.3	24	1.9	0.91

En la comparación de medias (Tukey 0.05), entre genotipos considerando la media de tres ambientes de evaluación en Valles Altos de México, para la variable rendimiento se definieron cuatro grupos de significancia, el rendimiento más elevado correspondió al híbrido de INIFAP, denominado H-51 AE con 9049 kg ha⁻¹ (Cuadro, 4), el cual fue inscrito recientemente por el INIFAP en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), confirmando sus buenas

características en rendimiento (Espinosa *et al.*, 2012a), el segundo lugar lo ocupó Faisán con 8931 kg ha⁻¹. En los diez primeros lugares en rendimiento medio, en ocho casos correspondió a híbridos de INIFAP, destacando además de H-51 AE, los híbridos experimentales Prospecto AE3 (8875 kg ha⁻¹) y H-47 AE R1 (8625 kg ha⁻¹) (Espinosa *et al.*, 2012b), en los dos primeros casos materiales androestériles y en el tercero con fertilidad restaurada. En el quinto lugar en el orden de rendimiento, aun cuando todos estadísticamente son similares, se ubicó H-48.

Los resultados que se señalan, donde destaca por su comportamiento promedio en las tres localidades de evaluación, los híbridos H-51 AE, Prospecto AE3, H-47 AER1, H-48, H-70, H-54, H-40, Prospecto AE1, podrían apoyar una mayor posición de los materiales obtenidos por la investigación pública, si se apoyara la producción de semillas, lo que fue descuidado desde el año 2000, para ceder el paso a las corporaciones multinacionales, lo que se agudizó con el cierre de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE). Lo que ocurrió en el año 2007, al promulgarse la Ley Federal de Semillas, que propicia un Sistema de Semillas en distorsión y dificultades para un abastecimiento equilibrado y justo para los agricultores mexicanos (Luna *et al.*, 2012; Espinosa *et al.*, 2013; Espinosa *et al.*, 2014; Mora, 2014). Una alternativa para el abastecimiento de semillas es bajo el esquema de microempresas de semillas, como ya ocurre en más de un centenar en diferentes regiones de México, esta forma de ofrecer semilla permitiría tener en México un Sistema de Semillas en menor distorsión que lo que ocurre actualmente (Luna *et al.*, 2012; Espinosa *et al.*, 2003; Espinosa *et al.*, 2009; Espinosa *et al.*, 2013; Espinosa *et al.*, 2014).

Los menores rendimientos fueron presentados por Puma 1076 con (4875 kg ha⁻¹), Variedad nativa Ixtlahuaca con (5580 kg ha⁻¹), la variedad Blanco de la Federación con (6137 kg ha⁻¹), Cromo Seed con 6200 kg ha⁻¹, ASPROS 723 con (6247 kg ha⁻¹).

Cuadro 4. Comparación de medias (Tukey 0.05) de genotipos considerando la media de tres ambientes de evaluación en Valles Altos de México. Ciclo primavera verano 2012.

GENOTIPOS	Rendimiento o Kg/Ha ⁻¹	Floración Masculina (días)	Floración Femenina (días)	Altura de Planta (cm)	Altura de Mazorca (cm)	Peso Volumétrico
H-51 AE	9049 a	79g	80.3g	250abcde	204a	727a
FAISAN ASG	8931 a	82.4bcdefg	83.4bcdefg	249abcde	125bc	749a
PROSPEC AE3	8875 a	82.2cdefg	83.4bcdefg	255abcd	123bc	743a
H-47 AE R1	8625 ab	82.2cdefg	82.8bcdefg	247abcde	132abc	718a
H-48	8375ab	82.2cdefg	82bcdefg	253abcde	130abc	706a
H-70	8318ab	81defg	82.5bcdefg	233de	117bc	718a
H-54	8284ab	81.5cdefg	84.4abcdef	242abcde	122cd	734a
H-40	8257ab	81.1defg	82.5bcdefg	241bcde	121cd	732a
PROSPEC AE1	8075abc	84.8abc	84.4abcdef	244abcde	122cd	740a
MJ8092	7949abc	83abcd	84.5abcde	260abc	127bc	744a
Z-60	7926abc	80fg	81defg	250abcde	118bc	738a
PROSPEC AE2	7867abc	83.8abcd	84.6abcd	235de	114bc	742a
ASPROS 722	7743abc	80fg	80.6efg	237cde	123bc	730a
H-66	7733abc	80fg	81defg	247abcde	135abc	692a
SYN1806	7641abc	80fg	81.2defg	234cde	120bc	685a
PUMA 1167	7578abc	83.7abcd	85.6ab	227cde	117bc	729a
P1684	7551abc	79g	80.4g	248abcde	127bc	746a
H-C8	7485abc	82.4bcdefg	84bcdefg	230cde	104bc	745a
H-50	7381abcd	80efg	82.2bcdefg	251abcde	133abc	730a
HID-17	7280abcd	82.4bcdefg	84bcdefg	275a	140abc	716a
PUMA 1183 AE2	7213abcd	83.4abcd	85.2abc	225de	106bc	732a
H-52	7110abcd	79g	81.3cdefg	236cde	139abc	728a
PUMA 1075	6811abcd	82.4bcdefg	84bcdefg	243abcde	122cd	718a
H-53 AE1	6535abcd	85.6ab	86.6a	229cde	107bc	736a
PUMA 1183 AE1	6515abcd	85.9a	86.6a	220e	101bc	724a
ASPROS 723	6247bcd	79g	80.5fg	237cde	108bc	742a
CROMO SEED	6200bcd	82.2cdefg	84.1bcdefg	255abcd	133abc	726a
B DE LA FEDE	6137bcd	82.2cdefg	84.4abcdef	258abcd	134abc	710a
VN IXTLA	5580cd	82cdefg	82.8bcdefg	272ab	176ab	715a
PUMA 1076	4875d	80defg	81.8bcdefg	229cde	107bc	723a
D.S.H (0.05)	2586.9	3.3	3.9	33.9	74.3	65.7

Continuación del cuadro 4.

GENOTIPOS	Peso 200 Granos	Longitud Mazorca (cm)	Hileras Mazorca	Granos Hilera	Granos Mazorca	% Materia Seca	% Grano
H-51	76ab	14.5abcde	15.7abcdef	26ab	424abc	79a	83.3ab
FAISAN ASG	67abcd	15abcde	15cdefg	32a	408abc	75a	84.3a
PROSPEC AE3	71abcd	14.3abcde	14.3fge	27ab	410abc	76a	78d
H-47 AE R1	68abcd	15abcde	16abcdef	27ab	440abc	77a	82abcd

H-48	71abcd	15abcde	15.6abcdefg	27ab	427abc	76a	82.4abcd
H-70	70abcd	13.2cdef	15.6abcdefg	26ab	408abc	76a	81abcd
H-54	71abcd	15.6ab	14.7cdefg	29ab	457abc	77a	82.4abcd
H-40	71abcd	14bcdef	16.4abcd	27ab	423abc	75a	81abcd
PROSPEC AE1	68abcd	15.1abcde	15cdefg	28ab	423abc	75a	82.4abcd
MJ8092	62cd	14.6abcde	14.8cdefg	28ab	419abc	74a	84.1a
Z-60	66bcd	15.3abcd	14.5cdefg	29ab	425abc	77a	82.4abcd
PROSPEC AE2	66bcd	14.5abcde	14.5cdefg	29ab	404abc	76a	79bcd
ASPROS 722	73abc	13.1def	15.2bcdefg	25b	383bc	77a	82.4abcd
H-66	73abc	13.6bcdef	17.4a	26ab	469abc	77a	83abc
SYN1806	62cd	13ef	15.2bcdefg	27ab	408abc	79a	84.2a
PUMA 1167	67bcd	15abcde	14.5cdefg	29ab	422abc	74a	79bcd
P1684	68abcd	14.1bcdef	13.6g	28ab	391bc	76a	82.4abcd
H-C8	61cd	15.3abcd	14fg	28ab	396abc	77a	82.7abcd
H-50	67bcd	13.5bcdef	17.1ab	25b	438abc	74a	81abcd
HID-17	68abcd	16.3a	16.5abc	29ab	515a	74a	80abcd
PUMA 1183 AE2	65bcd	14.5abcde	14.7cdefg	28ab	413abc	75a	80abcd
H-52	69abcd	14.3abcde	16.3abcde	27ab	442abc	77a	84.9a
PUMA 1075	65bcd	14.3abcde	15.1bcdefg	26ab	409abc	76a	81abcd
H-53 AE1	61cd	14.6abcde	14.4defg	28ab	403abc	74a	82.4abcd
PUMA 1183 AE1	59d	13.5bcdef	15.1bcdefg	26ab	465abc	74a	78cd
ASPROS 723	63bcd	13.7bcdef	16.1abcde	27ab	440abc	77a	82.9abcd
CROMO SEED	63bcd	15abcde	15.6abcdefg	26ab	431abc	76a	80abcd
B DE LA FEDE	81 ^a	15.3abcd	14.5cdefg	28ab	421abc	76a	82.9abcd
VN IXTLA	70abcd	15.4abc	15.8abcdef	27ab	473ab	76a	84.2a
PUMA 1076	62cd	12f	14.7cdefg	23b	350C	77a	81abcd
D.S.H (0.05)	12.9	2.2	2	6	122	10	4.6

A continuación se presentan los resultados de los análisis individuales, es decir de cada experimento, establecido en cada ambiente, de esta manera, en el cuadro 5, se presentan los cuadrados medios y la significancia obtenida para los factores de variación genotipos en las diferentes variables evaluadas en 30 híbridos comerciales y experimentales de maíz en Ixtlahuaca, Estado de México. Para rendimiento se encontró diferencia altamente significativa, no así para repeticiones. El coeficiente de variación fue de 18.1% y la media general de rendimiento fue de 6527 kg ha⁻¹. En las variables altura de planta, altura de mazorca, peso de 200 granos, longitud de mazorca, hileras por mazorca, % de grano se detectaron diferencias altamente significativas, no así para las variables floración masculina, floración femenina, granos por hilera, granos por mazorca y %

de materia seca en las cuales no hubo diferencia significativa. En el caso del factor de variación repeticiones sólo hubo diferencias altamente significativas para la variable altura de mazorca y diferencias significativas al nivel de 0.05 de probabilidad para la variable altura de mazorca (Cuadro 5).

Cuadro 5. Cuadrados medios y significancia estadística para factores de variación y variables evaluadas en 30 híbridos y variedades de maíz en Ixtlahuaca Estado de México. Ciclo primavera verano 2012.

Variable/FV	Genotipo	Bloque	C.V. (%)	Media
Rendimiento	5815801.1**	6754694.8	18.1	6527
Floración Masculina	7.4	3.7	2.6	88.2
Floración Femenina	9.4	5.2	2.7	89.2
Altura de Planta	787.5**	2216.2**	5.9	216.5
Altura de Mazorca	794**	934.4*	11.6	114.5
Peso Volumétrico	1051.7	1820.8	3.2	743
Peso de 200 Granos	216.2**	78	12.5	67.9
Longitud de Mazorca	3.6**	3.7	7.7	14.1
Hileras por Mazorca	2.5**	1.6	6.4	15
Granos por Hilera	27	23	17.8	28.2
Granos por Mazorca	4467	2482	12	417
% Materia Seca	13.5	18.2	2.4	82.5
% Grano	13.5**	7	2.6	83.1

Significancia estadística al 0.01 de probabilidad (**), al 0.05 de probabilidad (*);
CV: Coeficiente de variación (%).

En la comparación de medias de híbridos, para rendimiento de grano en la localidad de Ixtlahuaca se definieron cuatro grupos de significancia, el rendimiento más alto lo presentó el híbrido el híbrido trilineal de INIFAP H-51 AE, con 9068 kg ha⁻¹, este híbrido fue liberado e inscrito en el CNVV por el INIFAP, confirmando sus características favorables (Espinosa *et al.*, 2012 a), en segundo lugar numérico se ubicó el híbrido H-70, también liberado recientemente por el INIFAP (Arellano *et al.*, 2011), en tercer y cuarto lugar se ubicaron los híbridos ASPROS 722 (8382 kg ha⁻¹), de la empresa de semillas nacional ASPROS, y FAISAN (8370 kg ha⁻¹), de la empresa Asgrow (Monsanto). Estos cuatro materiales ubicados en

el primer grupo de significancia son similares estadísticamente en rendimiento, los cuales presentan características agronómicas favorables. El híbrido H-48 con un rendimiento de 7544 kg ha⁻¹, fue el testigo comercial de mayor uso extensivo mejor ubicado, mientras que H-47 AE R1, fue el material experimental con mejor rendimiento 7878 kg ha⁻¹. El rendimiento más bajo correspondió a PUMA 1076 con 3649 kg ha⁻¹ (Cuadro 6).

Conviene señalar que los híbridos de mejores características agronómicas, con énfasis en los que genera la investigación pública, sería muy deseable que su semilla llegara a los productores, lo cual podría lograrse a través de microempresas de semillas, como lo han propuesto diferentes investigadores, lo anterior sería importante para avanzar en un abastecimiento de semillas con diferentes oferentes, lo que sería mejor, que lo que ocurre actualmente con la concentración del comercio de semillas en la iniciativa privada (Ortiz *et al.*, 2007; Luna *et al.*, 2012; Espinosa *et al.*, 2009 b; Espinosa *et al.*, 2013).

En el cuadro 8 se presentan los cuadrados medios y la significancia de los análisis de varianza para los factores de variación y las variables evaluadas en 30 híbridos comerciales y experimentales de maíz evaluados en La Facultad de Estudios superiores Cuautitlán, (FESC-UNAM), Cuautitlán Izcalli, Estado de México, Para rendimiento no se encontró diferencia significativa, el coeficiente de variación fue de 20.6% y la media de rendimiento de 6162 kg ha⁻¹.

En las variables floración masculina, floración femenina se detectaron diferencias altamente significativas y en las variables altura de planta, altura de mazorca se detectaron diferencias estadísticas significativas (0.05 de probabilidad), finalmente en las variables peso volumétrico, peso de 200 granos longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera, granos por mazorca, % de materia seca, % de grano no hubo diferencia significativa (Cuadro 7).

Cuadro 6. Comparación de medias (Tukey 0.05) de genotipos para rendimiento y otras variables evaluadas en el ambiente de Ixtlahuaca, Estado de México.

GENOTIPOS	Rendimiento Kg/ha ⁻¹	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Peso volumétrico (Kg/Hl)
H-51 AE	9068a	86a	87a	226abcd	126abc	760a
H-70	8943a	89a	90a	218bcd	126abc	723a
ASPROS 722	8382ab	88a	88a	218bcd	117bc	752a
FAISAN ASG	8370ab	88a	89a	236abc	121abc	755a
H-47 AE R1	7878ab	90a	89a	217bcd	116bc	730a
H-C8	7655abc	90a	91a	211cd	100bc	760a
SYN1806	7653abc	88a	89a	206cd	118abc	765a
H-48	7544abc	86a	87a	228abcd	130ab	707a
PROSPEC AE3	7482abc	89a	91a	209a	96bc	754a
H-54	7242abcd	88a	93a	213cd	112bc	757a
H-50	7241abcd	85a	86a	215bcd	121abc	743a
P1684	6883abcd	87a	88a	223abcd	121abc	763a
MJ8092	6882abcd	90a	91a	234abc	124abc	753a
Z-60	6802abcd	86a	88a	214cd	103bc	743a
HID-17	6660abcd	89a	90a	254ab	135ab	720a
CROMO SEED	6576abcd	89a	90a	217bcd	131ab	747a
PROSPEC AE1	6424abcd	89a	88a	208cd	111bc	763a
H-40	6268abcd	89a	90a	215bcd	113bc	730a
H-52	6135abcd	85a	87a	228abcd	136ab	747a
PUMA 1167	5914abcd	90a	91a	202cd	104bc	743a
PUMA 1183 AE2	5885abcd	90a	92a	200cd	101bc	753a
H-66	5883abcd	87a	87a	214cd	118abc	697a
VN IXTLA	5633abcd	87a	88a	263a	161a	727a
H-53 AE1	5103bcd	90a	91a	198cd	95bc	755a
PUMA 1075	5050bcd	90a	92a	209a	108bc	717a
ASPROS 723	4992bcd	87a	88a	203cd	96bc	773a
PROSPEC AE2	4854bcd	89a	89a	200cd	94bc	750a
PUMA 1183 AE1	4738bcd	90a	90a	188d	85c	730a
B DE LA FEDE	4013cd	89a	90a	230abc	123abc	722a
PUMA 1076	3649d	88a	89a	200cd	94bc	753a
D.S.H (0.05)	3809	7.4	7.9	40.3	43	78

Continuación del cuadro 6.

GENOTIPOS	Peso 200 granos (g)	Longitud mazorca (cm)	Hileras por mazorca	Granos por hilera	Granos Por mazorca	% Materia seca	% Granos
H-51	79abc	14abc	16bc	29ab	459ab	84ab	84abcd
H-70	68abc	13bc	15ab	26ab	397ab	82abc	83abcd
ASPROS 722	80abc	13bc	14b	26ab	381b	82abc	84abcd
FAISAN ASG	70abc	15abc	14b	42a	424ab	81abc	84abcd
H-47 AE R1	67abc	15abc	16bc	30ab	475ab	81abc	83abcd
H-C8	66abc	15abc	14b	29ab	406ab	85ab	85abcd
SYN1806	65abc	13bc	15ab	26ab	396ab	82abc	84abcd
H-48	75abc	15abc	15ab	28ab	425ab	80bc	82abcd
PROSPEC AE3	71abc	13bc	14b	28ab	351b	83abc	80bcd
H-54	75abc	15ab	14b	29ab	421ab	82abc	83abcd
H-50	70abc	14abc	15ab	27ab	410ab	81abc	83abcd
P1684	59bc	13bc	14b	27ab	396ab	84abc	83abcd
MJ8092	59bc	14abc	14b	28ab	397ab	87a	85abcd
Z-60	68abc	13bc	14b	30ab	415ab	84ab	84abcd
HID-17	69abc	17a	18a	31ab	548a	80bc	82abcd
CROMO SEED	67abc	16ab	16bc	28ab	463ab	80abc	81bcd
PROSPEC AE1	70abc	15abc	14b	27ab	391ab	85ab	82abcd
H-40	69abc	15abc	16bc	27ab	437ab	81abc	82abcd
H-52	69abc	15abc	16bc	28ab	437ab	85ab	87ab
PUMA 1167	66abc	14abc	14b	29ab	417ab	83abc	81abcd
PUMA 1183 AE2	67abc	14abc	14b	28ab	411ab	81abc	80cd
H-66	75abc	13bc	17bc	26ab	441ab	81abc	82abcd
VN IXTLA	82ab	14abc	15ab	ab	454ab	81abc	86abc
H-53 AE1	53c	14abc	14b	29ab	411ab	83abc	88a
PUMA 1075	59bc	13bc	14b	25b	383b	83abc	82abcd
ASPROS 723	62bc	13bc	15bc	27ab	413ab	85ab	85abcd
PROSPEC AE2	58bc	14abc	14b	27ab	384b	82abc	79d
PUMA 1183 AE1	53c	13bc	14b	27ab	392ab	83abc	79d
B DE LA FEDE	90a	16ab	14b	29ab	426ab	77c	84abcd
PUMA 1076	57bc	11c	14b	23b	349b	85ab	83abcd
D.S.H (0.05)	27	3.5	5.6	16.3	162	6.4	7

Cuadro 7. Cuadrados medios y significancia estadística para factores de variación y variables evaluadas en 30 híbridos y variedades en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4, Ciclo primavera verano 2012. Estado de México.

Variable/F.V.	Genotipo	Bloque	C.V. (%)	Media
Rendimiento	3155087	3665652	20.6	6162
Floración masculina	20.5**	4.3	1.9	80.2
Floración femenina	17.7**	34.6*	2.6	2.1
Altura de planta	872*	5880**	8.6	236
Altura de mazorca	629*	6196**	10.9	124
Peso volumétrico	300	142	2.5	664.1
Peso de 200 granos	81.3	61.3	11.8	64.5
Longitud de mazorca	3.3	0.8	9.8	14.3
Hileras por mazorca	3.58	0.04	8.6	15.7
Granos por hilera	15.1	9.4	12	24.8
Granos por mazorca	7700	9974	19.4	398
% Materia seca	41.7	2.4	10.2	56.7
% Grano	21.9	5.1	4.6	76.5

Significancia estadística al 0.01 de probabilidad (**), al 0.05 de probabilidad (*);
CV: Coeficiente de variación (%).

En la comparación de medias de híbridos (Tukey 0.05 de probabilidad), para la localidad de Cuautitlán, (FESC, UNAM), como ya se había mostrado en los resultados de análisis de varianza y la significancia de los cuadrados medios, en el cuadro 8, para rendimiento no se detectó diferencia estadística significativa, por lo que se presenta un solo grupo de significancia, numéricamente el rendimiento más alto lo presentó el híbrido experimental H-47 AE R1 con 7975 kg ha⁻¹, en segundo lugar se ubicó el híbrido Prospecto AE3, El rendimiento más bajo correspondió al híbrido comercial ASPROS 723 con 4049 kg ha⁻¹.

El híbrido H-51 AE, fue el híbrido comercial mejor ubicado con 7563 kg ha⁻¹ (Espinosa *et al.*, 2012 a), le siguió H-66 con un rendimiento de 7425 kg ha⁻¹, (Arellano *et al.*, 2010). El H-40, fue el testigo comercial de mayor uso extensivo mejor ubicado (Velázquez *et al.*, 2005), mientras que H-47 AE R1, fue el material experimental de mejor rendimiento 7975 kg ha⁻¹.

Cuadro 8. Comparación de medias (Tukey 0.05) para para rendimiento y otras variables evaluadas en el ambiente de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, FESC, UNAM. Estado de México. Primavera verano 2012.

GENOTIPOS	Rendimiento Kg/Ha-1	Floración Masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Peso volumétrico (Kg/Hl)
H-47 AE R1	7975a	79cdef	79bcde	44ab	141abc	656a
PROSPEC AE2	7643a	82abcd	82abcde	234ab	124abcd	663a
H-51 AE	7563a	77def	78cde	252ab	153a	660a
H-66	7425a	78def	80bcde	237ab	142abc	633a
P1684	7370a	77ef	77e	244ab	135abcd	673a
H-40	7255a	80cdef	81abcde	214ab	114abcd	676a
HID-17	6956a	81bcdef	83abcde	273a	148ab	666a
MJ8092	6939a	80cdef	81abcde	257ab	131abcd	683a
Z-60	6764a	78def	78cde	244ab	121abcd	673a
FAISAN ASG	6598a	81cdef	82abcde	231ab	113abcd	676a
PROSPEC AE3	6575a	79cdef	81abcde	259ab	132abcd	673a
H-70	6559a	79cdef	80abcde	210ab	103cd	660a
H-54	6380a	80.7cdef	83abcde	234ab	118abcd	670a
PROSPEC AE1	6321a	86.7a	85abc	250ab	130abcd	670a
H-48	6301a	83abc	81abcde	242ab	130abcd	653a
SYN1806	6248a	76f	78cde	227ab	117abcd	666a
VN IXTLA	6157a	79cdef	82abcde	251ab	141abc	653a
PUMA 1167	6040a	81.7bcdef	84abcd	249ab	127abcd	663a
PUMA 1183 AE2	6030a	80.7cdef	81abcde	222ab	100cd	656a
ASPROS 722	5921a	78def	77de	214ab	117abcd	663a
PUMA 1075	5820a	80cdef	81abcde	250ab	141abc	676a
H-52	5333a	78def	81abcde	226ab	133abcd	663a
H-50	5247a	80cdef	83abcde	239ab	128abcd	666a
B DE LA FEDE	5227a	80cdef	83abcde	249ab	130abcd	656a
PUMA 1183 AE1	5179a	85.7ab	86ab	208ab	109bcd	656a
CROMO SEED	5051a	80cdef	83abcde	44ab	131abcd	656a
H-53 AE1	5032a	86.7a	87a	225ab	115abcd	660a
H-C8	4786a	80.7cdef	83abcde	202b	94d	676a
PUMA 1076	4124a	79cdef	80bcde	216ab	115abcd	656a
ASPROS 723	4049a	77def	77de	230ab	109bcd	663a
D.S.H (0.05)	4096	4.9	6.9	65.5	44	54.7

Continuación del cuadro 8.

GENOTIPOS	Peso de 200 Granos (g)	Longitud de mazorca (cm)	Hileras por mazorca	Granos por hilera	Granos por mazorca	% Materia seca	% Grano
H-47 AE R1	62a	15a	16ab	24ab	386a	60a	78ab
PROSPEC AE2	67a	14.6a	15.3ab	27.3ab	414a	56a	73ab
H-51	70a	14.3a	16ab	22ab	349a	62a	78ab
H-66	68a	14.6a	17.3ab	26.3ab	452a	61a	79ab
P1684	69a	14.6a	13b	28.7a	375a	56a	79ab
H-40	71a	13.6a	17.6a	25.3ab	376a	55a	76ab
HID-17	66a	14.6a	15.6ab	26.3ab	503a	53a	76ab
MJ8092	60a	15a	16ab	26.6ab	413a	62a	79ab
Z-60	66a	16.3a	15.6ab	26.3ab	407a	57a	78ab
FAISAN ASG	62a	14.3a	15.6ab	25ab	353a	56a	82a
PROSPEC AE3	69a	14a	15ab	23ab	443a	56a	69b
H-70	68a	13.3a	16ab	23ab	379a	56a	74a
H-54	68a	15.3a	15.6ab	26.3ab	465a	60a	76ab
PROSPEC AE1	63a	15.3a	15.3ab	26.6ab	412a	50a	76ab
H-48	63a	15a	16ab	24ab	382a	60a	76ab
SYN1806	55a	12.6a	15.6ab	28.6a	402a	65a	80ab
VN IXTLA	72a	16.3a	16.6ab	26ab	537a	56a	79ab
PUMA 1167	65a	15.3a	15ab	27ab	398a	51a	72ab
PUMA 1183 AE2	61a	15a	16ab	26.6ab	426a	55a	77ab
ASPROS 722	69a	12.6a	15.3ab	20.3ab	311a	60a	76ab
PUMA 1075	63a	14.6a	15.3ab	24ab	357a	54a	76ab
H-52	64a	14.3a	16.6ab	25.6ab	411a	57a	79ab
H-50	60a	12.6a	18.3a	23ab	429a	51a	73ab
B DE LA FEDE	75a	15.7a	14ab	26.3ab	371a	60a	76ab
PUMA 1183 AE1	60a	14a	17.3ab	23ab	401a	51a	73ab
CROMO SEED	63a	14.3a	14.6ab	22.6ab	379a	56a	75ab
H-53 AE1	61a	14.3a	15.3ab	24ab	375a	50a	73ab
H-C8	52a	14.3a	14.3ab	24ab	341a	57a	77ab
PUMA 1076	57a	12a	15ab	19b	289a	57a	73ab
ASPROS 723	61a	13a	16.6ab	23ab	398a	57a	76ab
D.S.H (0.05)	24.6	4.6	4.4	9.6	248	18.6	11.3

En el cuadro 9 se presentan los cuadrados medios y la significancia de los análisis de varianza para los factores de variación y las diferentes variables evaluadas en 30 híbridos comerciales y experimentales evaluados en Santa Lucia, Texcoco Estado de México (CEVAMEX). Para genotipos en la variable rendimiento se

encontró diferencia significativa al nivel de 0.05 de probabilidad, el coeficiente de variación fue de 18.5% y la media de rendimiento fue de 9726 kg ha⁻¹.

En las variables floración masculina, floración femenina, peso de 200 granos, hileras por mazorca se detectaron diferencias altamente significativas y en las variables granos por hilera y % de grano se encontraron diferencias significativas al nivel de 0.05 de probabilidad, mientras que para altura de planta, altura de mazorca, peso volumétrico, longitud de mazorca, granos por mazorca y % de grano, no hubo diferencias significativas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Cuadrados medios y significancia estadística para factores de variación y variables evaluadas en 30 híbridos y variedades en Santa Lucia, Texcoco, Estado de México. CEVAMEX, INIFAP. Ciclo primavera verano 2012. Estado de México.

Variable/F.V.	Genotipo	Bloque	C.V. (%)	Media
Rendimiento	7342867*	2333701	18.5	9726
Floración masculina	15.2**	10.8	2	1.5
Floración femenina	16.8**	9.3	1.9	78.7
Altura de planta	829	1137	7.2	20.3
Altura de mazorca	5336	4503	48.5	141
Peso volumétrico	3387.7	923.3	7.2	56.3
Peso de 200 granos	72.7**	21.9	6.9	71.2
Longitud de mazorca	3.9	0.01	8.4	14.8
Hileras por mazorca	4.6**	0.5	6.7	15.1
Granos por hilera	9.9*	4.4	7.2	30
Granos por mazorca	4644	142	16	460
% Materia seca	57.1	58.9	8.3	89.8
% Grano	7.3*	3.6	2	86.4

Significancia estadística al 0.01 de probabilidad (**), al 0.05 de probabilidad (*); CV: Coeficiente de variación (%).

En la comparación de medias de híbridos para la localidad de Santa Lucia, Texcoco, se definieron dos grupos de significancia, el rendimiento más alto lo presentó el híbrido experimental Prospecto AE3, con 12,568 kg ha⁻¹, este híbrido es promovido por el INIFAP en la última etapa de sus evaluaciones, previo a

liberarse comercialmente y obtener su registro en el CNVV (Espinosa *et al.*, 2012 b). Cuadro (10).

Cuadro 10. Comparación de medias (Tukey 0.05) para para rendimiento y otras variables evaluadas en el ambiente Santa Lucia, Texcoco, Estado de México. CEVAMEX, INIFAP. Primavera verano 2012.

GENOTIPOS	Rendimiento Kg/Ha ⁻¹	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (días)	Peso volumétrico (Kg/Hl)
PROSPECTO AE3	12568a	77abcdef	79bcdefg	297a	143ab	803ab
FAISAN ASG	11825a	78abcdef	80abcdefg	282ab	141ab	817a
PROSPECTO AE1	11481a	79abcdef	81abcdef	276ab	128ab	787ab
H-48	11282a	76cdef	77cdef	288ab	131ab	758ab
H-40	11248a	74.7def	76defg	296ab	137ab	790ab
H-54	11231a	76cdef	78bcdefg	280ab	138ab	777ab
PROSPECTO AE2	11105a	81ab	83ab	271ab	123ab	815a
PUMA 1167	10780a	79.7abcd	81.7abcd	230b	121ab	782ab
H-51 AE	10517ab	74f	76fg	272ab	333 ^a	762ab
Z-60	10214ab	75cdef	77cdef	293ab	132ab	798ab
MJ8092	10027ab	79.3abcde	81abcde	290ab	126ab	797ab
H-47 AE R1	10025ab	78abcdef	80abcdefg	282ab	140ab	770ab
H-C8	10016ab	76bcdef	78bcdefg	277ab	120ab	800ab
H-66	9893ab	75cdef	75g	292ab	146ab	746ab
H-52	9862ab	74f	76fg	253ab	150ab	775ab
PUMA 1183 AE2	9725ab	79.7abcd	82abc	253ab	117ab	788ab
ASPROS 723	9701ab	74f	76fg	278ab	119ab	790ab
H-50	9655ab	76bcdef	78bcdefg	299a	152ab	780ab
PUMA 1183 AE1	9629ab	82a	84a	265ab	116ab	787ab
PUMA 1075	9565ab	77bcdef	79bcdefg	273ab	118ab	763ab
H-53 AE1	9472ab	80abc	81.7abcd	264ab	113b	795ab
H-70	9453ab	75cdef	77cdef	272ab	122ab	772ab
B DE LA FEDE	9174ab	78abcdef	80abcdefg	297a	151ab	753ab
SYN1806	9024ab	75cdef	76fg	270ab	125ab	625b
ASPROS 722	8928ab	74.3ef	76defg	281ab	137ab	775ab
P1684	8402ab	74.7def	76defg	280ab	125ab	803ab
HID-17	8226ab	78abcdef	80abcdefg	300a	139ab	763ab
CROMO SEED	6974ab	77bcdef	79abcdefg	304a	139ab	777ab
PUMA 1076	6854ab	75cdef	76efg	271ab	114ab	762ab
VN IXTLA	4952b	77bcdef	79bcdefg	303a	230ab	765ab
D.S.H (0.05)	5800	5	5	65.4	220	182

Continuación del cuadro 10.

GENOTIPOS	Peso de 200 granos (g)	Longitud de mazorca (cm)	Hileras por mazorca	Granos por hilera	Granos por mazorca	% Materia seca	% Grano
PROSPECTO AE3	73abc	16ab	14cd	31ab	436a	90ab	84a
FAISAN ASG	70abc	16ab	15abcd	31ab	447a	90ab	87a
PROSPEC AE1	72abc	15ab	15abcd	32ab	468a	90ab	89a
H-48	75ab	15ab	15abcd	31ab	477a	91ab	87a
H-40	74abc	14ab	16abcd	29ab	455a	90ab	87a
H-54	72abc	16ab	14cd	34a	485a	91ab	87a
PROSPECTO AE2	74abc	15ab	14cd	32ab	417a	90ab	84a
PUMA 1167	70abc	15ab	14cd	31ab	452a	91ab	84a
H-51	81a	15ab	16abcd	29ab	465a	91ab	88a
Z-60	65abc	16ab	14cd	33ab	455a	90ab	85a
MJ8092	67abc	15ab	14cd	30ab	448a	67b	89a
H-47 AE R1	77ab	15ab	16abcd	29ab	461a	91ab	86a
H-C8	65abc	17a	14cd	33ab	442a	91ab	87a
H-66	76ab	13ab	18a	28ab	516a	91a	87a
H-52	74ab	14ab	17abc	29ab	478a	91ab	89a
PUMA 1183 AE2	69abc	14ab	14cd	30ab	404a	90ab	84a
ASPROS 723	67abc	15ab	16abcd	31ab	508a	91ab	87a
H-50	74abc	14ab	18ab	26b	476a	90ab	87a
PUMA 1183 AE1	65abc	14ab	14cd	29ab	603a	90ab	83a
PUMA 1075	74ab	15ab	15abcd	30ab	487a	91ab	85a
H-53 AE1	70abc	16ab	14cd	31ab	424a	90ab	85a
H-70	73abc	13ab	16abcd	28ab	448a	91ab	87a
B DE LA FEDE	77ab	15ab	15bcd	31ab	468a	91ab	88a
SYN1806	67abc	13ab	15bcd	28ab	427a	91ab	88a
ASPROS 722	72ab	13ab	16abcd	29ab	458a	91ab	86a
P1684	78ab	15ab	13d	31ab	403a	90ab	85a
HID-17	70abc	17a	16abcd	31ab	495a	91ab	84a
CROMO SEED	62bc	15ab	16abcd	28ab	452a	91ab	86a
PUMA 1076	72abc	12b	15bcd	28ab	412a	91ab	87a
VN IXTLA	58c	16ab	16abcd	27ab	429a	91ab	87a
D.S.H (0.05)	16	4	3.3	6.9	237.6	24.3	5.7

En segundo lugar se ubicó el híbrido Faisán de Asgrow con un rendimiento de 11,825 kg ha⁻¹, fue el testigo comercial mejor ubicado. En tercer lugar se colocó el híbrido trilineal Prospecto AE1, con 11,481 kg ha⁻¹, el cual se promovió por INIFAP, años atrás en algunas parcelas demostrativas. El rendimiento más bajo correspondió a la Variedad Nativa con 4,952 kg ha⁻¹. (Cuadro 10)

En los diez mejores rendimientos, se ubicaron ocho híbridos producto de la investigación pública en México, entre ellos, uno que fue desarrollado en la FESC, UNAM (Puma 1167), en otros cinco híbridos que se generaron en el INIFAP, se reconoce la participación de investigadores de la FESC, UNAM (Prospecto AE3, Prospecto AE1, H-48, Prospecto AE2, H-51 AE), lo que es importante, porque muestra la ventaja de los trabajos complementarios entre instituciones públicas. Estos materiales representan una alternativa para el abastecimiento de semillas, ante el cierre de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), el esquema en el cual podrían aprovecharse los híbridos y variedades de la investigación pública son las microempresas de semillas, como ya ocurre en más de un centenar en diferentes regiones de México, esta forma de ofrecer semilla permitiría tener en México un Sistema de Semillas en menor distorsión que lo que ocurre actualmente (Luna *et al.*, 2012 b; Espinosa *et al.*, 2003; Espinosa *et al.*, 2009; Espinosa *et al.*, 2014).

V. CONCLUSIONES

La evaluación del rendimiento en las tres localidades (Ixtlahuaca, Santa Lucía, Texcoco, CEVAMEX, INIFAP y Cuautitlán FESC, UNAM, permitió definir que en rendimiento promedio, por su media más elevada fue el híbrido denominado H-51 AE, de INIFAP, con $9,049 \text{ kg ha}^{-1}$, el cual fue inscrito recientemente por el INIFAP en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), confirmando sus buenas características en rendimiento.

En los diez primeros lugares en rendimiento medio, en ocho casos se ubicaron híbridos de INIFAP, destacando además de H-51 AE, los híbridos experimentales Prospecto AE3 (8875 kg ha^{-1}) y H-47 AE R1 (8625 kg ha^{-1}), en los dos primeros casos materiales androestériles y en el tercero con fertilidad restaurada.

En el quinto lugar en el orden de rendimiento, en la media de las tres localidades, aun cuando todos estadísticamente fueron similares, se ubicó H-48, el cual es uno de los maíces más usados comercialmente a pesar de que tiene 16 años desde que fue liberado comercialmente. Este maíz es muestra de que los otros maíces pueden apoyar el abastecimiento de semillas a través de microempresas como ocurre con este maíz.

En la localidad de Ixtlahuaca el rendimiento más alto lo presentó el híbrido el híbrido trilineal de INIFAP H-51 AE, con $9,068 \text{ kg ha}^{-1}$, en segundo lugar numérico se ubicó el híbrido H-70, también liberado recientemente por el INIFAP, conviene difundir a ambos maíces en esa localidad.

Para la localidad de Cuautitlán, (FESC, UNAM), si bien no se detectó diferencia estadística para genotipos, numéricamente el rendimiento más alto lo presentó el híbrido experimental H-47 AE R1 con 7975 kg ha^{-1} , en segundo lugar se ubicó el híbrido Prospecto AE3, el cual se encuentra en la última etapa para someterlo al

proceso de registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, por parte del INIFAP.

Para la localidad de Santa Lucía, Texcoco, se definieron dos grupos de significancia, el rendimiento más alto lo presentó el híbrido experimental Prospecto AE3, con $12,568 \text{ kg ha}^{-1}$, este híbrido es promovido por el INIFAP en la última etapa de sus evaluaciones, previo a liberarse comercialmente y obtener su registro en el CNVV.

La ubicación en buenos niveles de rendimiento y capacidad productiva de los materiales producto de la investigación pública representan alternativas para el abastecimiento de semillas, a través de microempresas de semillas, como ya ocurre en más de un centenar en diferentes regiones de México, y más de 30 empresas en los Valles Altos de México.

VI. LITERATURA CONSULTADA

Aceves R., E.; Turrent F., A.; Cortés F., J y Volke H., V. 2002. Comportamiento agronómico del Híbrido H-137 y materiales criollos de maíz en el Valle de Puebla. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 25(4): 339-137.

AGRODER, 2012. Producción de Maíz, México, 2010. Comparativo Regional de Rendimientos de maíz. Consultado el 20 de Marzo del 2014. http://www.agroder.com/Documentos/Publicaciones/Produccion_de_Maiz_en_Mexico-AgroDer_2012.pdf

Arellano V., J. L. 1984. Problemática de la producción de maíz y logros en su mejoramiento genético en la Mesa Central de México. Revista Chapingo, Nos. 43-44: 19-30.

Arellano V.,J.L.; Velázquez C., G. A.; Mejía A., H; Hernández C., J. M. Tovar G., M. R.; Virgen V., J.; Espinosa C., A., Ávila P., M.A. Salinas M., Y. y Gámez V., J. A. 2003. Reseña histórica de la investigación en maíz en el altiplano de la mesa central de México. In: Reseña histórica del campo experimental Valle de México. Texcoco, Estado de México. pp: 65-79.

Arellano V., JL.; Virgen V., J.; Ávila P., M.A.; 2010. H-66 híbrido de maíz para los Valles Altos de los estados de México y Tlaxcala. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.1 (2): 257-262.

Arellano V., JL.; Virgen V., J.; Rojas M., I., Ávila P., M.A. 2011. H-70: híbrido de maíz de alto rendimiento para temporal y riego del Altiplano Central de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.2 (4): 619-626.

Canales Islas E. 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.

El economista 2014, <http://eleconomista.com.mx/industrias/2014/01/07/rompen-record-importaciones-mexicanas-maiz>. (Fecha de consulta: 23 de octubre 2014).

Espinosa C., A., Tadeo R., M. y Asteinza B., G. 1992. Tecnología de producción de semillas del híbrido de maíz H-137. Agronegocios en México. 1:42-50.

Espinosa C., A. 1993. Tecnología de producción de semillas del híbrido de maíz H-33 para Valles Altos. *Agronegocios en México*. 2(12) 33-39.

Espinosa C., A., Tadeo R., Tapia N. 2000 Variedades No Convencionales como opción para elevar la productividad de maíces locales en Valles Altos de México. *Agronomía Mesoamericana*. Vol. 11 (1): 159-162. Costa Rica.

Espinosa T., A. 2003. Aspecto contable de una empresa productora de semillas. Tesis de Licenciatura. FESC, UNAM. Cuautitlán Izcalli, México. 220 p.

Espinosa C., A., M. Sierra M., N. Gómez M. 2003. 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, R Martínez M, J Lothrop, S Azpiroz R, C Tut y C, J Bonilla B, A. María R, J P Pérez C, M A Avila P, J Gámez V, Y Salinas M. 2004 a. H-50 Nuevo híbrido de maíz para los Valles Altos de México. Folleto Técnico Núm. 17. INIFAP, Chapingo, México. 20 p.

Espinosa C A, M Tadeo R, R Martínez M, G Rrinivasan, D Beck, J Lothrop, S Azpiroz R, M Avila P, J Gámez V, J P Pérez C, C Tut y C, J Bonilla B, A. María R, Y Salinas M. 2004 b. H-48 Nuevo híbrido de maíz para los Valles Altos de México. Folleto Técnico Núm. 16. INIFAP, Chapingo, México. 20 p.

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

Espinosa C., A.; Turrent F., A.; Tadeo R., M.; Gómez M., N.; Sierra M., M. y Caballero H., F. 2008a. 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 Lujan. Volumen I, El Colegio de Michoacán, CONACYT. Zamora, Michoacán. pp. 233-255.

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

Espinosa C., A.; Tadeo R., M.; Turrent F., A.; Sierra M., M.; Gómez M., N.; Palafox C., A.; Rodríguez M., F. A.; Caballero H., F.; Valdivia B., R. y Zamudio G., B. 2008c. Las semillas insumo fundamental para avanzar hacia suficiencia alimentaria y reserva

estratégica de granos. Editor Carlos F. Marcof Álvarez. Universidad Autónoma Chapingo, pp. 78-89.

Espinosa C., A.; Tadeo R., M.; Turrent F., A.; Sierra M., M.; Gómez M., N.; Palafox C., A.; Rodríguez M., F. A.; Caballero H., F.; Valdivia B., R. y Zamudio G., B. 2009 a. Las semillas insumo fundamental para avanzar hacia suficiencia alimentaria y reserva estratégica de granos. Editor Carlos F. Marcof Álvarez. Universidad Autónoma Chapingo, pp. 78-89.

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

Espinosa C., A.; Tadeo R., M.; Gómez M., N.; Sierra M., M.; Virgen V., J.; Palafox C., A.; Vázquez C., G.; Valdivia B., R. 2010. V-54 A, Nueva variedad de maíz de grano amarillo para siembras de temporal retrasado en Valles Altos de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.1 (5): 677- 680.

Espinosa C., A.; Tadeo R., M.; Virgen V., J.; Rojas M., I.; Gómez M., N.; Sierra M., M.; Palafox C., A.; Vázquez C., G.; Rodríguez M., F. A.; Zamudio G., B.; Arteaga E., I.; Canales I., E.; Martínez Y., B.; Valdivia B., R. 2012 a. H-51 AE, híbrido de maíz para áreas de humedad residual, buen temporal y riego en Valles Altos del centro de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, Vol.35: 347-349.

Espinosa C., A.; Tadeo R., M.; Gómez M., N.; Virgen V., J.; Sierra M., M.; Palafox C., A.; Zamudio G., B.; Arteaga E., I.; Canales I., E.; Martínez Y., B.; Vázquez C., G.; Valdivia B., R. 2012 b. Prospecto AE3: híbrido de maíz para Valles Altos y Zona de Transición con esterilidad masculina para producción de semilla, Memoria Técnica No. 13. Campo Experimental Valle de México., Vol.13, pag.49-52.

Espinosa C., A., A. Turrent F., M. Tadeo R., A. San Vicente T., N. Gómez M., M. Sierra M., A. Palafox C., R. Valdivia B., F. Rodríguez M., B. Zamudio G., P. Andrés M. 2013. Una visión no oficial de la Ley de Semillas y Ley Federal de Variedades Vegetales, a quien ayuda y a quien protege. In: *El maíz en peligro ante los transgénicos*. Alvarez B., E. y Piñero A.(eds) UNAM , Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades: Union de Científicos Comprometidos con la Sociedad (UCCS). México, pp:415-439.

Espinosa C., A., A. Turrent F., M. Tadeo R., A. San Vicente T., N. Gómez M., R. Valdivia B., M. Sierra M., B Zamudio G., 2014. Ley de semillas y Ley Federal de Variedades Vegetales y transgénicos de maíz en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol. 5 (2): 293-308.

González E.A., Islas G.J., Espinosa C.A., Vázquez C.J., y Wood, S. 2008. Impacto económico del mejoramiento genético del maíz en México: Híbrido H-48. Publicación técnica núm. 25. INIFAP. México, D.F. 88 p.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto Nacional de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 246 p.

Gaucín P.S. 2007, Informe de evaluación estatal del programa de fomento agrícola. Unidad de capacitación y evaluación para el Desarrollo Rural, S.C. Estado de México. 128p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010. Anuario Estadístico del Estado de México 2010. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos>. (Fecha de consulta: 28 de marzo 2013).

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2011. Información nacional por entidad federativa y municipios. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?ent=15>. (Fecha de consulta: 17 de mayo 2014).

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

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.

Mora G., K. Y. 2014. La Ley Federal de Producción de Semillas y Ley Federal de Variedades Vegetales de México y diferencias con otros países. Tesis Licenciatura. FESC, UNAM. 119 p.

Ortega, R.C. y Ochoa, B.R. 2003. El maíz; Un legado de México para el mundo. Claridades agropecuarias. 3-16 pp.

Ortiz C., J.; Ortega P., R.; Molina G., J.; Mendoza R., M.; Mendoza C., Ma. del C.; Castillo G., F.; Muñoz O., A.; Turrent F., A. y Kato Y., T. A. 2007. Análisis de la problemática de la producción nacional de maíz y propuestas de acción. UACH, CP, INIFAP, 29 p.

Poehlman M. J. 2003. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Edit. Limusa. P 511.

Ramírez Jaspeado, R.; García Salazar, J.A. 2014, Producción potencial y consumo de maíz en el Estado de México, Agro productividad, Volumen 7, Numero 1, 13p.

Rodríguez C. V. M. 2007. Informe de evaluación estatal del subprograma de investigación y transferencia de tecnología. Servicios y Consultoría Agroforestal, S.A. de C.V. Estado de México. 98p.

SAS Institute (1992) SAS Technical Report P-229. SAS/STAT Software: Changes and Enhancements. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011. Información Básica, Agricultura, Producción anual. Disponible en: www.siap.sagarpa.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=15. Fecha de consulta: 18 de noviembre de 2012.

Tadeo R., M., A Espinosa C. 2003. Microempresas de semillas con híbridos "Pumas de maíz" alternativa para abastecimiento en México. Revista FESC Divulgación Científica Multidisciplinaria. Año 3 (8): 5-10.

Tadeo R., M. y Espinosa C., A. 2004. Producción de semilla y difusión de variedades e híbridos de maíz de grano amarillo para Valles Altos de México. Revista FESC Divulgación Científica Multidisciplinaria. Año 4 (14):5-10.

Turrent F., A. 1994. Plan de investigación del Sistema maíz-tortilla en la región Centro. CIRCE, INIFAP, SARH, Publicación Especial No. 12, Chapingo, México.

Turrent F., A. 2008. Estimación del potencial productivo de maíz en la República Mexicana. En: Reserva estratégica de alimentos, una alternativa para el desarrollo del campo Mexicano y la soberanía alimentaria. Editor Carlos F. Marco Álvarez. Universidad Autónoma Chapingo, pp. 111-118.

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