



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

**CAPACIDAD PRODUCTIVA DE HÍBRIDOS TRILINEALES DE MAÍZ AMARILLO DE
CICLO INTERMEDIO PARA VALLES ALTOS**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTA:

FÁTIMA ALEJANDRINA HAGG TORRIJOS

ASESORES: M.C. MARGARITA TADEO ROBLEDO

DR. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERÓN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**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:**
CAPACIDAD PRODUCTIVA DE HÍBRIDOS TRILINEALES DE MAÍZ AMARILLO DE CICLO INTERMEDIO PARA VALLES ALTOS

Que presenta la pasante: **Fátima Alejandrina Hagg Torrijos**
Con número de cuenta **300273270** 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 Izcallí, Méx. a 20 de Junio de 2011.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Rosa Navarrete Maya	
VOCAL	Ing. Gustavo Ramírez Ballesteros	
SECRETARIO	Dr. Alejandro Espinosa Calderón	
1er SUPLENTE	Ing. Javier Carrillo Salazar	
2do SUPLENTE	Ing. Juan Carlos Colorado Yáñez	

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

AGRADECIMIENTOS

A la fuerza que siempre me acompaña y aunque veces decaiga me hace levantarme mirar el cielo, sentir el viento, ver al mundo hermoso y diferente: DIOS.

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme dado la dicha de ser estudiante de la UNAM, por formarme profesionalmente desde las Ciencias y Humanidades, por ser la mejor Universidad de México porque los estudiantes son por convicción y voluntad y logran tener calidad humana, porque soy Puma desde que estaba en la cuna, quizá un Goya hasta sentir escalofríos de la emoción.

Investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM, "Mejoramiento genético para elevar productividad y calidad proteínica en nuevas variedades Puma de maíz". Clave IT201312.

Agradezco a la DGAPA-UNAM la beca recibida.

Infinitas gracias a mis Directores de tesis M.C. Margarita Tadeo Robledo y Dr. Alejandro Espinosa Calderón por darme la oportunidad de trabajar con ustedes, por sus enseñanzas y consejos durante la carrera y en mi trabajo de tesis.

Gracias a los miembros del jurado: Dra. Rosa Navarrete Maya, Ing. Gustavo Ramírez Ballesteros, Ing. Javier Carrillo Salazar y el Ing. Juan Carlos Colorado Yáñez, por sus valiosas observaciones en la revisión de este trabajo.

A mis compañeros del laboratorio de semillas, Israel, Beatriz, Enrique, también José, Ana, Cesar, Dr. Joob que se puede decir son como del equipo, gracias compirris, me la pase increíble y esos momentos están en mi corazón, espero todos logren sus metas y sean felices, gracias por hacerme sonreír.

Por supuesto gracias a mis compañeros de carrera, Lydia, Pilar, Susana, Fabiola, Ángeles, Beto, Miguel, Grimaldo, Chema, José Salas, Toño, a la generación 28, gracias por todo el tiempo de estudio y tiempo libre que pasamos juntos. El tiempo apremia y enseña.

A mis profesores de la carrera por sus enseñanzas en aulas y en campo y en los días de práctica, por compartir conocimientos, ideas y trabajo.

A mi nana Adelina, gracias por apoyar a la familia.

A mi arbolito, a mis amigos de la infancia y mis seres queridos, gracias de todo corazón.

Y de manera general a los compañeros de las otras carreras y generaciones, que hicieron de mi carrera profesional un ambiente maravilloso de trabajo y sueños por vivir.

Sin duda les agradezco a todas las personas que dicen, ush, no me puso en la tesis, pero seguro ya saben que están en mi mente y corazón. Así que gracias por las pláticas interminables, los noches que se hicieron días, los buenos consejos, y la buena compañía.

DEDICATORIAS

Muchsisimas gracias a todos mis seres queridos, a los que no están y a los están aquí, a cada uno gracias por el aliento, palabras y actos de corazón hacia mi persona.

Mi tesis va dedicada a mi mamá Ana María Esther Torrijos Pallares y a mi papá Eduardo Hagg Saab, por todo el apoyo que me han brindado desde que era pequeña, por la buena educación y por los valores que me enseñan día con día, por su fortaleza y amor, gracias porque siempre están conmigo, por creer en mí y tenerme paciencia.

De igual manera la dedico a mi incondicional, mi hermana Cynthia Selene Hagg Torrijos por demostrarme lo capaz que puede ser una mujer, por sus consejos y su apoyo espiritual, emocional y físico, porque a veces basta con mirarse y abrazarse para estar bien. A mi flaki banani, mi hermano Marco Daniel Hagg Torrijos, ya vez después de mucho pero lo logré, y tú a darle a la Ingeniería, porque confío en que vas a ser un gran ejemplo de persona.

A mi cariñito, el amor de mis amores, mi abuelita, Amparo Pallares Hidalgo, por enseñarme que con trabajo se logran muchas cosas, por darme amor y consejos, por todo gracias a DIOS por permitirme estar viva, por tener a mi familia, los amo y este trabajo es para ustedes.

A mis abuelos Fidencio Torrijos Espinosa (†), Simon Hagg Hagg (†) y Catalina Saab Hagg (†), por los valores que me dejaron como herencia, sin duda sé que les gustaría.

Dedico también este trabajo a mis tíos, tías, primos y primas, que tuvieron influencia en mí para poder lograrlo porque son trabajadores y eso es una gran cualidad que alienta a seguir adelante.

Aleluya

ÍNDICE

	Pág.
INDICE	i
ÍNDICE DE CUADROS	iv
RESUMEN	vii
I.- INTRODUCCION	1
1.1.- Objetivos	2
1.2.- Hipótesis	2
II.- REVISION DE LITERATURA	3
2.1.- Importancia del maíz en México	3
2.2.- Producción nacional de maíz en México	3
2.3.- Producción, demanda y perspectivas en relación con maíz amarillo en México	4
2.4.- Macroambientes de siembra con maíz en México	5
2.5.- Valles Altos de México	6
2.6.- Mejoramiento del maíz	6
2.6.1.- Maíz híbrido	6
2.6.2.- Líneas endogámicas	7
2.6.3.- Híbridos simples	7
2.6.4.- Híbridos trilineales	8
2.6.5.- Híbridos dobles	9
2.6.6.- Híbridos varietales	9
2.6.7.- Variedades sintéticas	10
2.6.8.- Variedades mejoradas	10
2.6.9.- Variedades criollas	11
2.6.10.- Híbridos no convencionales	11
2.7.- Origen del maíz amarillo	12
2.7.1.- Genes que forman la coloración del grano de maíz	12
2.8.- Maíz amarillo para Valles Altos	13
2.8.1.- Maíces amarillos generados en la UNAM	14
2.9.- Características y adaptación de los híbridos H-48 Y H-33	15
2.10.- Industrialización del maíz	16
2.10.1.- Industria básica	16
2.10.2.- Industria complementaria	16
2.10.3.- Alimentos mezclados	16

2.10.4.-	Industrias de fermentación y destilerías	16
2.10.5.-	Industria de molienda en húmedo	17
2.10.6.-	Industria de molienda en seco	17
III.-	MATERIALES Y METODOS	18
3.1.-	Localización y condiciones ambientales	18
3.2.-	Material genético	19
3.3.-	Diseño experimental	19
3.4.-	Análisis estadístico	19
3.5.-	Tamaño de la parcela	21
3.6.-	Manejo agronómico	21
3.6.1.-	Preparación del terreno	21
3.6.2.-	Siembra	21
3.6.3.-	Riegos	21
3.6.4.-	Control de malezas	21
3.6.5.-	Cosecha	21
3.7.-	Variables evaluadas	21
3.7.1.-	Días a floración masculina	21
3.7.2.-	Días a floración femenina	22
3.7.3.-	Altura de planta	22
3.7.4.-	Altura de mazorca	22
3.7.5.-	Mazorcas buenas	22
3.7.6.-	Mazorcas malas	22
3.7.7.-	Sanidad de planta	22
3.7.8.-	Sanidad de mazorca	22
3.7.9.-	Cobertura de mazorca	23
3.7.10.-	Longitud de mazorca	23
3.7.11.-	Hileras por mazorca	23
3.7.12.-	Granos por hilera	23
3.7.13.-	Diámetro de mazorca	24
3.7.14.-	Diámetro del olote	24
3.7.15.-	Granos por mazorca	24
3.7.16.-	Peso de 200 granos	24
3.7.17.-	Porcentaje de materia seca	24
3.7.18.-	Porcentaje de grano	24
3.7.19.-	Rendimiento	25
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1.-	Cuadrados medios y significancia de diferentes variables evaluadas en híbridos	26

	trilineales amarillos	
4.2.-	Comparación de medias entre dos localidades para híbridos trilineales de maíz amarillo	29
4.3.-	Comparación de medias de diferentes variables	32
4.4.-	Comparación de variables entre los genotipos y las dos localidades	35
V.-	CONCLUSIONES	39
VI.-	BIBLIOGRAFIA	40
VII.-	ANEXOS	45

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1.- Superficie sembrada, cosechada, producción, rendimiento, precio por tonelada y valor de la producción de maíz para grano en México durante el periodo 2006-2010	4
Cuadro 2.- Características diferenciales del grano de maíz	12
Cuadro 3.- Combinaciones de los Genotipos de la FESC- UNAM y de CEVAMEX- INIFAP, utilizados para la evaluación de la capacidad productiva, de maíces amarillos para grano de ciclo intermedio, para Valles Altos. Ciclo primavera – verano, 2009.	19
Cuadro 4.- Cuadrados medios y significancia estadística de diferentes variables evaluadas en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de ciclo intermedio en dos localidades de Valles Altos. Primavera- verano 2009.	27
Cuadro 5.- Cuadrados medios y significancia estadística de diferentes variables evaluadas en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de ciclo intermedio en dos localidades de Valles Altos. Primavera- verano 2009.	28
Cuadro 6.- Comparación de medias para dos localidades en la evaluación de híbridos trilineales de maíz amarillo para grano de ciclo intermedio en Valles Altos del ciclo primavera – verano 2009, para las variables: rendimiento, floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas buenas, mazorcas malas, sanidad de mazorca, sanidad de planta y cobertura de mazorca	30
Cuadro 7.- Comparación de medias para dos localidades en la evaluación de híbridos trilineales de maíz amarillo para grano de ciclo intermedio en Valles Altos, en el ciclo primavera – verano 2009, para las variables: peso de 200graos, longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera, diámetro de mazorca, diámetro del olote, granos por	31

mazorca, % de materia seca y % de grano.

Cuadro 8.-	Comparación de medias de variables evaluadas en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de grano en la medida de dos localidades de Valles Altos, para las variables: rendimiento, floración masculina, floración femenina, altura de planta y altura de mazorca.	34
Cuadro 9.-	Valores de diferentes variables evaluadas en 22 híbridos trilineales de maíz amarillo y dos híbridos comerciales en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de grano a través de dos localidades de Valles Altos. Primavera – verano 2009.	37
Cuadro 10.-	Comparación de medias de variables evaluadas en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de grano en la medida de dos localidades de Valles Altos, para las variables: mazorcas buenas, mazorcas malas, sanidad de mazorca, sanidad de planta, cobertura de mazorca, peso de 200 granos y longitud de mazorca.	45
Cuadro 11.-	Comparación de medias de variables evaluadas en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de grano en la medida de dos localidades de Valles Altos, para las variables: hileras por mazorca, granos por hilera, diámetro de mazorca, diámetro del olote, granos por mazorca, % de materia seca y % de grano.	46
Cuadro 12.-	Valores de diferentes variables evaluadas en 22 híbridos trilineales de maíz amarillo y dos híbridos comerciales en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de grano a través de dos localidades de Valles Altos, para las variables: mazorcas buenas, mazorcas malas, sanidad de mazorca, sanidad de planta y cobertura de mazorca	47
Cuadro 13.-	Valores de diferentes variables evaluadas en 22 híbridos trilineales de maíz amarillo y dos híbridos comerciales en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de grano a través de dos localidades de Valles Altos, para las variables: peso de 200 granos, longitud e mazorca, hileras por mazorca, granos por hierra y diámetro de mazorca	48

Cuadro 14.- Valores de diferentes variables evaluadas en 22 híbridos trilineales de maíz amarillo y dos híbridos comerciales en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de grano a través de dos localidades de Valles Altos, para las variables: diámetro del olote, granos por mazorca, % de materia seca y % de grano. 49

RESUMEN

Hasta hoy hablar de Maíz en nuestro país se entiende como un aspecto cultural o un legado histórico, pero este concepto o mención debe ir más allá de estos parámetros, el enfoque del maíz hoy en día constituye el futuro para el desarrollo sustentable de una nación ya que de su adecuada atención e investigación no solo se podrá hacer frente a los vaticinios de hambruna a nivel mundial previstos en el corto plazo, alimentando a las futuras generaciones sino a su vez mantener el desarrollo sustentable de las nuevas tecnologías, brindando así una potencialidad productiva nacional en constante modernización, además de constituir un lazo comercial y de identidad nacional hacia millones de habitantes que llevan la esencia de nuestro país y la gloria de un futuro venidero.

El maíz en México es un producto estratégico, no solo porque constituye la base de la alimentación, sino también porque más de la mitad de los productores agrícolas lo producen. El maíz amarillo es un insumo básico para una gran variedad de productos alimenticios que generan las industrias para elaborar harinas, frituras y cereales y en mayor auge para el sector agropecuario sin embargo no hay autosuficiencia de este grano y para satisfacer las demandas México importa anualmente siete millones de toneladas de grano entero y tres millones de toneladas de grano quebrado, lo que indica una seria debilidad del país. Es urgente el incremento de producción de maíces amarillos por tanto es necesario seguir generando variedades que se adapten a diversas regiones del país, como se requiere en especial para los Valles Altos, con adaptación tanto en condiciones de temporal como de riego, con buenas características agronómicas y rendimiento.

En la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESC, UNAM), se han generado variedades de maíz de grano amarillo, de ciclo precoz. En forma similar en el INIFAP en los últimos años se promueven tres variedades de grano amarillo de ciclo precoz denominadas V-53 A, V-54 A, V-55 A; en estos casos, las variedades muestran rendimientos aceptables en siembras retrasadas, no obstante y debido a la demanda se siguen evaluando híbridos de maíz amarillo que se adapten a Valles Altos bajo condiciones de humedad residual, punta de riego ó buen temporal que sean de ciclo intermedio y tardío y que presenten rendimientos superiores. En esta investigación con financiamiento del Proyecto PAPIIT (IT201312), los objetivos planteados fueron: determinar la capacidad productiva y características agronómicas de un grupo de híbridos trilineales de grano amarillo

en comparación con testigos comerciales de grano blanco; así como definir el mejor híbrido de maíz amarillo por su productividad así como características agronómicas. Se evaluaron 22 híbridos trilineales de maíz de grano amarillo, así como dos testigos comerciales de grano blanco, los cuales se distribuyeron en un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con 3 repeticiones. La siembra se realizó entre las dos primera semanas de junio, con pala, depositando tres semillas por golpe cada 50 cm., a una profundidad de 7cm.

Las variables evaluadas fueron: días de floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, peso de 200 granos, longitud de mazorca, rendimiento, granos/mazorca, porcentaje de materia seca, porcentaje de grano.

La localidad que presentó el mejor rendimiento medio fue el CEVAMEX con un rendimiento de 8312 kg ha⁻¹, como mejor lugar, superior estadísticamente a ensayo conducido en la FESC-C4, donde el rendimiento medio fue de 7267 kg ha⁻¹.

El comportamiento de trece híbridos amarillos, en la media de las dos localidades fue mejor que el híbrido testigo H-48, de 25.8% a 2.4%.

El mejor rendimiento entre los híbridos amarillos presentó una media de rendimiento de 9596 kg ha⁻¹.

Dado que en Valles Altos hay pocas opciones de híbridos amarillos con potencial de rendimiento, los híbridos evaluados que mostraron rendimientos superiores y buenas características agronómicas con respecto H-48, podrían ser una opción, por lo que es necesario evaluarlos en los siguientes años.

I. INTRODUCCION

En México se requiere incrementar la producción de maíz amarillo para subsanar la demanda y evitar la importación de diez millones de toneladas (Espinosa *et al*, 2008; Espinosa *et al*, 2009 d) La demanda anual de maíz amarillo para fines industriales es de 12.6 millones de toneladas, de las cuales 2.2 millones son destinadas a la fabricación de almidón y sus derivados, 0.4 para la elaboración de cereales y botanas, 3.9 para el sector pecuario de plantas integradas, 2.2 para el sector pecuario de plantas independientes, 3.9 para otros consumos del sector agropecuario, es decir lo que se importa como maíz quebrado (CANAMI, 2005).

La situación anterior es difícil con la fuerte demanda para el uso de maíz en la elaboración de etanol en los EE. UU (Espinosa *et al.*, 2009 a) El precio internacional de maíz se mantendrá elevado y muy probablemente se incrementará fuertemente (Espinosa *et al.*, 2009 a; Espinosa *et al.*, 2009 b; Espinosa *et al.*, 2010; Espinosa *et al.*, 2011). El uso de semilla mejorada es un elemento clave en muchos países en desarrollo, para alcanzar niveles competitivos y elevar la producción. (Espinosa *et al*, 2009 d; Espinosa *et al*, 2008).

De acuerdo a Pérez (2005), IDAQUIM, formado por: Almidones Mexicanos (ALMEX), Aranal Comercial y Compañía Proveedor de Ingredientes e Industrializadora de Maíz, es proveedor de 20 derivados básicos de maíz que abastecen a nueve cadenas productivas con almidón, glucosa, colorante, dextrosa, maltodextrinas, sorbitol, alta fructuosa, aceite y proteínas. De los 2.3 millones de toneladas de maíz amarillo que transforma, aquí sólo se producen 500,000. En el año 2010, la Cámara Nacional de Maíz Industrializado (CANAMI) reportó que el secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca (SAGARPA) Francisco Mayorga Castañeda, señaló que se prevé una producción record cercana a 25 millones de toneladas, un 2% más respecto de lo obtenido en 2009.

En la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESC - UNAM), se han generado variedades de maíz de grano amarillo, de ciclo precoz (Tadeo y Espinosa, 2004; Tadeo, 2005; Tadeo *et al.*, 2005 c; Tadeo *et al.*, 2006; Tadeo *et al.*, 2007). En forma similar en INIFAP en los últimos años se promueven tres variedades de grano amarillo de ciclo precoz denominadas V-53 A, V-54 A, V-55 A (Espinosa *et al.*, 2009 a; Espinosa *et al.*, 2009 b; Espinosa *et al.*, 2010); en estos casos, las variedades muestran rendimientos aceptables en siembras retrasadas y tardías, no obstante y debido a la demanda se

siguen evaluando híbridos de maíz amarillo que se adapten a Valles Altos bajo condiciones de humedad residual, punta de riego ó buen temporal que sean de ciclo intermedio y tardío y que presenten rendimientos superiores.

Por estas razones los objetivos de este estudio fueron:

1.1 Objetivos

- Determinar la capacidad productiva y características agronómicas de 22 híbridos trilineales de maíz de grano amarillo, en comparación con testigos comerciales de grano blanco en dos localidades del Valle de México.
- Definir el mejor híbrido de maíz de grano amarillo, por su productividad, así como por sus características agronómicas y perspectivas con respecto a los testigos comerciales.

1.2 Hipótesis

- Entre los híbridos trilineales de maíz de grano amarillo existe alguno que supera a los híbridos comerciales en rendimiento y características agronómicas favorables.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia del maíz en México

La importancia del maíz en la alimentación del pueblo mexicano va más allá de su contribución a la dieta y a la economía familiar, es algo tan tradicional y arraigado en las costumbres que forma parte de la cultura y de los símbolos, incluso en los mitos que identifican como nación.

En los países como México, se podría decir que comerlo es uno de los hábitos más ancestrales pero en las últimas décadas se está viviendo un cambio tecnológico importante en la forma de procesarlo y de hacerlo llegar a la mesa del consumidor.

Este cambio forma parte de un proceso mayor de transformaciones estructurales, que han modificado radicalmente el perfil económico y demográfico del país (Salcido, 1997).

2.2 Producción nacional de maíz en México

Para el año 2009, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), reportó que México ocupó la novena posición como país productor de maíz blanco y amarillo, la importancia que el maíz tiene se justifica con el área cultivada por la preferencia que se tiene para la alimentación humana.

En nuestro país, el maíz es el principal cultivo que se siembra en México, seguido del cultivo de sorgo y avena, así lo reportan los estudios estadísticos realizados por la SAGARPA. En el Cuadro 1 se puede apreciar que la superficie sembrada a nivel nacional para las modalidades riego y temporal en el ciclo agrícola primavera – verano, durante el periodo 2006-2010, se ha mantenido entre los 6 y 7 millones de hectáreas, por otro lado la producción de maíz durante el mismo periodo muestra que la mayor producción fue en el ciclo agrícola 2008 con más de 17 mil millones de toneladas mientras que la menor ha sido de 13 mil millones de toneladas durante el ciclo agrícola 2009, aunque para el último ciclo 2010 del que se tiene razón, la producción volvió a aumentar con un promedio de más de 16 mil millones de toneladas, en el que el precio por tonelada (PMR) a casi tres mil pesos. De acuerdo con Molina 2005 citado por Primero (2006), este incremento en la producción se ha debido a la utilización de maíces mejorados en la técnica del cultivo.

Cuadro 1. Superficie sembrada, cosechada, producción, rendimiento, precio por tonelada y valor de la producción de maíz para grano en México durante el periodo 2006-2010

Ciclo Agrícola	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Superficie Siniestrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
2006	6,677,323.72	6,180,201.63	497,122.09	15,944,919.07	2.58	2,173.52	34,656,654.40
2007	6,965,517.47	6,192,656.11	772,861.36	17,000,349.44	2.74	2,451.96	41,684,239.60
2008	6,765,759.39	6,207,531.27	558,228.12	17,797,580.61	2.87	2,820.88	50,204,920.13
2009	6,616,138.67	5,119,181.04	1,496,957.63	13,609,819.09	2.66	2,824.96	38,447,194.64
2010	6,705,435.14	6,011,266.81	694,168.33	16,629,850.08	2.77	2,962.90	49,272,636.50

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)/ SAGARPA, 2011.

2.3 Producción, demanda y perspectivas en relación con maíz amarillo en México

García *et al*, (2004) menciona que durante las últimas décadas México ha realizado grandes volúmenes de importaciones de maíz con el propósito de satisfacer la demanda interna de este producto básico. Según información de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), hoy Secretaría de Economía, en los años ochenta las compras externas de maíz se situaron alrededor de 3 millones de toneladas anuales. De 1990 a 1993 la producción y el majeo de inventarios de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO) permitieron una notoria reducción en las compras de maíz al exterior, que para 1993 se situaron en 152 mil toneladas. A pesar de un incremento continuo en la producción nacional. En 1994, 1995 y 1997 las importaciones de maíz superaron los 2.2 millones de toneladas y en 1996, 1999 y 2000 se registró un aumento en las compras internacionales, con volúmenes no observados en los últimos 20 años, ubicándose en más de 5 millones de toneladas. Varios factores explican la variación de las compras al exterior a lo largo del tiempo. En primer lugar, el comportamiento de las importaciones de maíz, de un año a otro, están en función directa de la producción y los niveles de inventarios existentes (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura): FIRA, 1996 citado por García *et al*, 2004. El comportamiento del consumo es otro factor que explica la variación de las importaciones. La eliminación de la prohibición de utilizar el maíz como alimento para animales aumentó el consumo animal durante los últimos años, llegando a constituir más de 6 millones de toneladas al año (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural: (SAGAR), 1996 Y 1998 citado por García *et al*, 2004; de hecho este factor explica el crecimiento de las importaciones durante los años 1996, 1998, 1999 y 2000. La política comercial practicada por el gobierno de México, de permitir la entrada de

importaciones de maíz libres de arancel superiores a la cuota establecida en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) también ha sido decisiva en el crecimiento de las importaciones durante los últimos años. Por último, la política cambiaria es otro de los factores que afectó la variación de las importaciones en el tiempo.

De manera que la demanda anual aparente de maíz amarillo para la elaboración y transformación es de 12.6 millones de toneladas, así lo indican los estudios estadísticos de la Cámara Nacional de Maíz Industrializado (CANAMI, 2005). México requiere incrementar la producción de maíz de grano amarillo para subsanar y evitar la importación (Espinosa *et al*, 2010).

Así pues, esta problemática de las importaciones aunado a la necesidad de que nuestro país debe abastecerse por sí solo, nos obliga a realizar investigaciones con este producto básico, generando maíz en cada región, que además de satisfacer la demanda, se esté mejorando constantemente para obtener rendimientos altos y poder reducir importaciones a otros países.

2.4 Macroambientes de siembra con maíz en México

En 1989 el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el Programa Nacional de Maíz de Alta Tecnología (PRONAMAT) se definió la regionalización de las tierras para el cultivo de maíz (Riego, muy buena productividad, Buena productividad, mediana productividad, tierras marginales) demostrándose que el país dispone de la superficie y tipo de tierras en cantidad suficiente para incrementar considerablemente la productividad y lograr de manera sostenida la autosuficiencia, siempre y cuando se utilicen las semillas mejoradas adecuadas a cada provincia agronómica, además de aplicar la tecnología de producción oportunamente. Posteriormente, en el programa de maíz del INIFAP, bajo el liderazgo del Dr. Antonio Turrent, fueron clasificados los Macroambientes en los cuales se cultiva maíz en la República Mexicana, definiéndose que existen 15 macroambientes, en cada uno de los cuales convergen las provincias agronómicas que ya se habían precisado en 1989, donde potencialmente se presentan condiciones para muy buena, buena, mediana productividad y tierras marginales donde la producción es muy escasa (Tadeo *et al*, 2005 b). Los Valles Altos son parte de la clasificación de dos de los macroambientes de siembra con maíz en México, el primero para condiciones de riego, temporal y humedad residual para los ciclos primavera – verano, y el otro para modalidad temporal en el ciclo primavera- verano. Esta clasificación

permite organizar la investigación y determinar el tipo y variedades que conviene sembrar en cada agrosistema. De esta manera, en la áreas de riego deben sembrarse híbridos de cruza simple ya que estos explotan al máximo las ventajas favorables de estas provincias; en la áreas de "Muy Buena Productividad" sobresalen los híbridos trilineales y dobles; en las superficies de "Buena Productividad" es mejor el uso de cruza dobles; en las áreas de "Mediana Productividad" el tipo de variedades que prevalecen son las sintéticas, híbridos varietales y variedades mejoradas de polinización libre, las cuales amortiguan las características limitantes de estas provincias agronómicas (Ortíz *et al*, 2006)

2.5 Valles Altos de México

Los Valles Altos de la Mesa Central de México, se localizan en los estados de: Puebla, Hidalgo, Tlaxcala, Querétaro, Michoacán, Morelos, Estado de México y el Distrito Federal con una altitud superior a 2 200 a los 2 600 msnm (Ávila *et al*, 2009).

2.6 Mejoramiento del maíz

El mejoramiento genético es el arte y la ciencia que permiten cambiar y mejorar la herencia de las plantas. Dicho mejoramiento se practicó por primera vez cuando el hombre aprendió a seleccionar las plantas: por lo cual la selección se convirtió en el primer método de mejoramiento de las cosechas. Es difícil concebir que se pudiera haber cultivado maíz durante siglos sin que se realizara cierta selección, ya sea consciente o inconscientemente (Poehlman, 1986). El hombre primitivo tuvo el gran acierto de domesticarlas; el hombre agricultor las ha conservado y también mejorado por un proceso lento, el hombre y la ciencia, ha acelerado la evolución formando en muy poco tiempo plantas muy superiores (Reyes, 1985).

El mejoramiento genético de las plantas, también llamado fitomejoramiento lleva a cabo sus propósitos por diferentes medios. La genotecnia vegetal, es el estudio de métodos para la obtención de variedades mejoradas de diferente tipo, principalmente mediante caracteres métricos o cuantitativos útiles para el hombre., se dedica al mejoramiento nivel de campo experimental y de establecimiento de pruebas (experimentos y ensayos de rendimiento), en parcelas de agricultores o campesinos del área de influencia de los centros de investigación agrícola. Así definida la genotecnia vegetal es el conjunto de métodos fitogenotécnicos para mejorar o crear poblaciones mejoradas, con base en los caracteres métricos de importancia

económica, con gran apoyo adicional de más técnicas estadísticas de diseño experimental y muestreo, y con el conocimiento adecuado del medio natural y de la situación socio-económica de la población humana que se desea beneficiar (Márquez, 1985).

La importancia de las semillas mejoradas radica en que a través de ellas se puede explotar máximo las condiciones ambientales disponibles y eficientar el resto de insumos que participan en el proceso de producción. A la semilla se le otorga frecuentemente 60% de influencia en la responsabilidad final de la producción de una parcela. Lo cual indica que este insumo es el pilar fundamental (Tadeo *et al*, 2005 b).

2.6.1 Maíz híbrido

El maíz híbrido es la progenie de la primera generación de un cruzamiento entre líneas endogámicas.

La hibridación es un método de mejoramiento genético que utiliza la polinización cruzada, entre progenitores genéticamente distintos, con el propósito de obtener recombinación genética. Después de llevarse a cabo la polinización cruzada, se cultivan generaciones segregantes y se seleccionan líneas puras, una vez que se ha alcanzado la homocigocidad. El propósito es identificar y seleccionar líneas que combinen genes deseables provenientes de ambos progenitores. Las líneas seleccionadas se evalúan mediante pruebas de progenie para verificar la presencia de una combinación de genes deseables. Las líneas que demuestran ser superiores pueden multiplicarse como un nuevo cultivar.

Parte de combinar genes que determinan caracteres visibles de los progenitores, es posible seleccionando plantas de las progenies segregantes que caen fuera de los límites de los progenitores. Las plantas que caen fuera del intervalo de los progenitores se conocen como segregados transgresivos (Poehlman, 2005).

2.6.2 Líneas endogámicas

Las líneas endogámicas son poblaciones de plantas homocigotas idénticas o casi idénticas según su nivel de endogamia, que de ordinario se obtienen por autopolinización. Las líneas endogámicas son:

- A) el producto de cruzar endogámicamente plantas heterocigóticas provenientes de poblaciones de polinización libre hasta que se alcanza la homocigidad
- B) el producto de cruzar endogámicamente poblaciones segregantes después de un cruzamiento entre dos líneas endogámicas.

Al producir líneas de maíz endogámicas, la polinización se mantiene bajo control (Poehlman, 2005).

2.6.3 Híbridos simples

Los híbridos de cruce simple se forman mediante la unión de dos líneas autofecundadas. El progenitor masculino debe ser una línea buena productora de polen y el progenitor femenino sea buena productora de semilla. Una cruce simple es la descendencia híbrida de dos líneas autofecundadas. En las líneas autofecundadas que se utilizan en una cruce simple son probablemente homocigóticas, las plantas de la cruce simple son heterocigóticas para todos los pares de genes en que difieren las dos líneas autofecundadas. Una cruce simple recupera el vigor que se perdió durante el proceso de autofecundación y será más vigorosa y productiva que la variedad progenitora original de polinización libre, de la que se obtuvieron las líneas autofecundadas (Poehlman, 1987).

El híbrido de cruce simple tiene un alto costo de producción, por ser las plantas poco productivas de semilla de polen, por ello se ha incrementado el uso de la cruce doble con fines comerciales ya que es muy económica la producción de híbridos dobles (Reyes, 1990).

Según Ortiz *et al* (2006), las características que los identifican son:

- Mayor potencial productivo de grano que el resto de tipos de variedades.
- Son específicos para zonas con riego completo o bien condiciones de excelencia en fertilización, manejo tecnológico y ambiente.
- Específico para la provincia agronómica de "muy buena productividad".
- Alta uniformidad de altura de planta y mazorca.
- Se facilita la cosecha mecánica.
- Escasa productividad de semilla, por lo que el precio de la semilla es muy alto.
- Cuando el agricultor utiliza este tipo de híbrido, requiere comprar semilla nueva cada año.

2.6.4 Híbridos trilineales

El híbrido de cruce simple es la progenie híbrida entre una cruce simple y una línea autofecundada. Se le conoce como de tres vías. Se desarrollaron para tratar de encontrar una solución de compromiso entre los híbridos simples o los dobles, con el objeto de aumentar la adaptabilidad de los primeros y la capacidad productiva de los segundos. Las semillas de los híbridos de tres elementos es menos costosa de producir que la de cruces simples, aunque más cara que la de cruces dobles; son más uniformes, tienden a tener rendimientos ligeramente superiores que el de las cruces dobles (Blanco y Paulino, 2001).

Según Ortiz *et al* (2006), se caracterizan por:

- Menor potencial productivo de grano que los híbridos simples.
- Mayor potencial productivo de grano que los híbridos dobles.
- Responden bien para zonas con punta de riego, humedad residual, y buen temporal.
- Muy buena productividad de semilla,
- Buena uniformidad de altura de planta y mazorca.
- Cosecha mecanizable.
- Cuando el agricultor utiliza este tipo de híbrido se requiere compra de semilla nueva cada año.
- Facilidad para producción de semilla y control de calidad.

2.6.5 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 un híbrido doble (Poehlman, 2005).

Según Ortiz *et al* (2006), sus características son:

- Menor potencial productivo de grano que híbridos trilineales.
- Mayor potencial productivo de grano que híbridos varietales.
- Son especiales para zonas de temporal, bajo condiciones desfavorables.
- Buena productividad de semilla de ambos progenitores.
- Regular uniformidad del híbrido final.

- Dificil control de la calidad genética en producción de semillas.
- Cosecha manual.
- Se requiere compra de semilla nueva cada año
- Regular facilidad de producción.

2.6.6 Híbridos varietales

Según Ortiz *et al* (2006), se caracterizan por:

- Menor potencial productivo de grano que los híbridos dobles.
- Mayor potencial productivo de grano que las variedades sintéticas.
- Especial para zonas de temporal, en particular para provincias de "mediana productividad".
- Posee regular uniformidad.
- La cosecha se efectúa en forma manual.
- Se requiere adquirir semilla nueva cada año, pero no es estricta esta condición.
- Presenta facilidad para producción de semilla, y que se obtiene de combinar dos variedades.

2.6.7 Variedades sintéticas

Es un incremento de semilla por apareamiento aleatorio a partir de una cruce múltiple, se cruzan en pares seis u ocho líneas endogámicas y las progenies obtenidas se cruzan siguiendo un esquema sistemático hasta que todas participan en la cruce final con igual frecuencia (Poehlman, 2005). Según Ortiz *et al* (2006), se caracterizan por:

- Expresan menor potencial productivo de grano que los híbridos varietales.
- Poseen mayor potencial productivo de grano que las variedades mejoradas.
- Especial para zonas de temporal deficiente, con condiciones de lluvia y ambiente desfavorable. Su ámbito de recomendación es la provincia de "mediana Productividad", así como las "tierras marginales", es decir donde es muy difícil el ambiente para el maíz.
- Baja uniformidad de altura de planta y mazorca.
- La cosecha se efectúa en forma manual.

- La semilla se puede obtener de la propia parcela por cuatro o cinco años después debe renovarse.
- Facilidad para producción de semilla, ya que es un solo lote aislado.

2.6.8 Variedades mejoradas

Una variedad mejorada es un grupo de plantas con características bien definidas, semejantes, obtenidas a través de la aplicación de alguna técnica o metodología de mejoramiento genético, las cuales poseen características sobresalientes y comportamiento superior al de las variedades existentes o predecesoras (Tadeo et al, 2004)

Según Ortiz *et al* (2006). Sus características son:

- Poseen menor potencial productivo de grano que las variedades sintéticas.
- Mayor potencial productivo de grano que variedades criollas.
- Específico para zonas de temporal deficiente, es decir en las provincias de "tierras marginales".
- Poseen mediana a escasa productividad.
- Baja uniformidad de altura de planta, mazorca, tamaño de mazorca.
- La cosecha se realiza en forma manual.
- La semilla para siembra se obtiene de la propia parcela.
- Facilidad para producción de semilla, ya que es solo un lote.

2.6.9 Variedades criollas

De acuerdo a Ortiz *et al* (2006), se caracterizan por:

- Poseen limitado potencial productivo de grano.
- Específico para temporal deficiente o con problemas de falta de humedad y manejo. Su ubicación es en las provincias de "baja productividad", así como en "tierras marginales".
- Poseen baja uniformidad de altura de planta y mazorca.
- La cosecha debe efectuarse en forma manual.
- La semilla se obtiene de la propia parcela.
- Presenta facilidad para producción de semilla, ya que implica un solo lote aislado.

- Poseen ventajas comparativas por tipo especial de grano, para uso diferenciado.

2.6.10 Híbridos no convencionales

Se obtienen de la combinación de variedades con una línea, un híbrido simple con una variedad, una variedad con híbrido simple, un híbrido con otro híbrido.

Según Ortiz *et al* (2006), se caracterizan por:

- 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".
- 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 e) híbrido x híbrido.
- Presentan baja uniformidad en altura de planta, mazorca y tamaño de mazorca.
- Se requiere nueva semilla pero también puede obtenerse de la propia parcela.
- La producción de semilla es relativamente fácil, así como el control de progenitores.
- La productividad de semilla es buena, al obtenerse de cruce simple o variedad.

2.7 Origen del maíz amarillo

Según Alfaro *et al*, 2004, Mangelsdorf (1974) estudió las razas de maíz desde el punto de vista de la descendencia lineal desde un ancestro común, describiendo seis razas : 1) complejo Chapalote Nal Tel, del cual provienen los maíces blancos duros; 2) Pira, de la cual derivan todos los maíces duros tropicales de endospermo de color amarillo; 3) Confite Morocho, de donde derivan los maíces de ocho hileras; 4) Palomero Toluqueño, de la cual derivan los maíces reventones; 5) Chulpi , de donde derivan todos los maíces dulces y amiláceos y 6) Kculli, de donde provienen todos los maíces con coloración de aleurona y pericarpio.

2.7.1 Genes que forman la coloración del grano de maíz

Desde el punto de vista biológico, el maíz es muy similar al blanco, los mismos sólo difieren en el gen "Y" que determina la coloración del endospermo y afecta los contenidos de vitamina A, xantofilas y carotenos como se especifica a continuación. (Cuadro 2)

Cuadro 2. Características diferenciales del grano de maíz

GENOTIPO DEL ENDOSPERMO	COLORACIÓN DEL GRANO	VITAMINA "A" (unidades gr ⁻¹)	XANTOFILAS (ppm)	CAROTENOS (ppm)
yyy	Blanco	0,05	0,4	0,2
Yyy	Amarillo	2,25	6,5	2,5
YYy	Amarillo-anaranjado	5,00	18,2	4,0
YYY	Anaranjado	7,50	45,7	4,7

Fuente: Paterniani, 1978 citado por Alfaro *et al*, 2004

Además de tener un valor nutritivo mayor por presentar valores elevados de vitamina A, los maíces que poseen endospermo con un número mayor de genes "y" también son preferidos por la agroindustria de alimentos para animales, porque da la carne de las aves, la grasa animal y la yema de huevos el color amarillo, el cual es un carácter de valor económico muy apreciado en el mercado consumidor (Alfaro *et al*, 2004).

2.8 Maíz amarillo para Valles Altos

El área dedicada al maíz en el estado de México entre 2200 a 2600 msnm, que cuenta con condiciones de riego o temporal favorable, es decir de "muy buena" y "buena productividad", se estima en más de 250 mil hectáreas, de las cuales, en 100 mil hectáreas son factibles de ser sembradas con semilla de híbridos de alto potencial de rendimiento (Tadeo *et al*, 2005 a).

Para Valles Altos, la posibilidad de obtener agua para riego por medio de presas o canales, es casi nula. En estas condiciones el rendimiento promedio actual es de 4.4 ton ha⁻¹ de grano de maíz, pudiéndose elevar por lo menos a 6.0 ton ha⁻¹ con las semillas mejoradas y la tecnología de producción disponible (Tadeo *et al*, 2005 c).

En los Valles Altos los maíces amarillos son poco cultivados, debido a la falta de material genético con estas características. Una opción para estas condiciones ambientales es usar variedades agroclimáticas disponibles. Sin embargo la oferta de variedades mejoradas de este tipo esta escasa, de modo que por lo general se siembran variedades criollas; las anteriores variedades mejoradas para temporal en Valles Altos son: V-26 A (Cuapiaxtla), liberada en 1981 por el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX), ambas con uso restringido actualmente. En los últimos años

investigadores de INIFAP, han desarrollado nuevas variedades de maíz amarillo para Valles Altos, tal es el caso de las nuevas variedades recientemente liberadas para uso comercial. La variedad mejorada de polinización libre V -55 A de grano amarillo es de ciclo precoz (136 días a madurez fisiológica) y tolerante al acame; su grano es de textura cristalina y rinde de 5.0 a 7.5 toneladas por hectárea. Las variedades amarillas rinden de 7 a 9 toneladas por hectárea en siembras de temporal muy retrasado, donde otras variedades de grano amarillo sólo rinden 2 toneladas por hectárea (Espinosa *et al*, 2008).

Otra variedad recientemente liberada es la V- 54, representa una alternativa para cubrir la necesidad de variedades mejoradas, con mayor seguridad por su ciclo precoz y grano amarillo. Esta variedad se liberó en 2009. Es de ciclo precoz (135 días a madurez fisiológica), posee tolerancia al acame, es de textura semicristalina, rinde de 5 a 7 toneladas por hectárea, por su precocidad puede sembrarse a fines de mayo y todo junio, fechas de siembra retrasadas (Espinosa *et al*, 2010).

En las tierras dedicadas al maíz donde el temporal no es favorable y se emplean fechas de siembras retrasadas una opción para avanzar hacia mejorar rendimientos es utilizar maíces amarillos, los cuales de entrada se conoce que poseen precocidad con respecto a los maíces blancos. Sin embargo como premisa fundamental, estos maíces amarillos además de poseer ventajas en precocidad deben superar en rendimiento a los materiales que usen como referencia. Por ello el presente trabajo busca definir híbridos con características de ciclo intermedio y con rendimientos competitivos.

2.8.1 Maíces amarillos generados en la UNAM

Conforme a Ramírez *et al*, (2004) un problema fuerte que están enfrentando los productores de maíz amarillo, es la insatisfacción de las variedades disponibles en el mercado, debido al bajo rendimiento comparado con las variedades blancas, lo cual se atribuye a que en México, los programas de mejoramiento se concentraron en la investigación de maíces blancos.

Por ello en los últimos años se han venido generando variedades amarillas para los Valles Altos, que han resultado competentes con buenos rendimientos, en la Carrera de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESC, UNAM), se ha desarrollado un programa de Mejoramiento de

plantas, producción y tecnología de semillas orientado hacia el desarrollo de variedades de grano amarillo para ambientes de los Valles Altos (2200-2600 msnm), producto de estos trabajos se cuenta ahora para estas condiciones con cinco variedades precoces de grano amarillo (Oro Ultra 1C, Oro Ultra 2C, Oro Ultra 3C, Oro Plus 1D, Oro Plus 2D). Las nuevas variedades, además de la buena precocidad y alto rendimiento y otras características agronómicas favorables, han demostrado en parcelas de evaluación y validación en diversas localidades del Estado de México, Tlaxcala, Puebla y Guanajuato características favorables, desde el punto de vista de los agricultores que las han manejado. Durante 2003 y 2004 los materiales fueron reproducidos en el Rancho Almaraz de la FESC, UNAM, distribuyéndose la semilla con agricultores y una empresa de semillas interesada en estos maíces. Dos de estos materiales se iniciará con el proceso de registro ante el Catálogo de Variedades Factibles de Certificación (CVC) (Tadeo, 2005; Espinosa *et al.*, 2004).

De acuerdo a Rodríguez (2005) con las variedades amarillas al ser precoces (135 días a madurez fisiológica) se obtuvo un grano que se puede almacenar sin riesgo para que seque lo bastante, siendo lo suficientemente atractivo para las industrias que desean maíz amarillo con bajo contenido de humedad.

2.9 Características y adaptación de los híbridos H-48 y H- 33

El H-48 es un maíz híbrido de alto rendimiento, resistente al acame, es específico para condiciones de humedad residual, punta de riego o buen temporal en los Valles Altos (2200 a 2600 msnm), es un híbrido trilineal de ciclo vegetativo intermedio. Su altura de planta es de 245 cm. y de mazorca 135 cm. La floración masculina y femenina se presenta a los 82 días, y la madurez fisiológica a los 150 a 155 días en altitudes de 2240 msnm. La mazorca mide 16.8 cm., con 16 hileras, grano blanco, con buena calidad nixtamalera y para fabricación de harina. H-48 puede cosecharse con maquinaria, ya que tiene buena uniformidad en altura de mazorca.

El H-33 es un maíz híbrido de cruza doble, de ciclo intermedio, fue liberado en 1992, su altura de planta es de 265 cm. y de mazorca de 160 cm. La floración masculina se presenta a los 86 días, la femenina a los 87 días y la madurez fisiológica a los 159 días en altitudes de 2240 msnm. La mazorca mide 1.50 cm, con 16 hileras, grano blanco, con buena calidad nixtamalera. Es susceptible al acame, pero expresa buena rusticidad antes condiciones adversas y presenta hijos. Su rendimiento me dio comercial, en evaluaciones de 1986 a 1992, fue de 6747 kg ha^{-1} .

Este híbrido prospera bajo condiciones de temporal, humedad residual y punta de riego, pero bajo un manejo agronómico no óptimo (Ortiz *et al.*, 2006; Espinosa, 2006).

El H-48 y H-33, en promedio de los años 1996 a 1999, rindió 8465 kg ha⁻¹; valor superior en 26.2% al H-33, es de menor porte de planta, posee un rendimiento de 12500 kg ha⁻¹ (Espinosa *et al.*, 2004; González *et al.*, 2008).

2.10 Industrialización del maíz

2.10.1 Industria básica

Procesa la materia prima es decir el maíz tal como se obtienen en el sector primario y se producen artículos que son utilizados como insumos de la industria complementaria o como productos para consumo final. El sector agrícola produce el maíz para industria básica que produce harina de maíz o masa, que son insumos para la industria complementaria en la fabricación de tortilla

2.10.2 Industria complementaria

Se caracteriza porque obtienen el producto final hasta su comercialización. De los cuales se obtienen:

Alimentos mezclados, concentrados o balanceados, obtenidos del grano blanco o amarillo o de la mezcla de subproductos de la industria (Reyes, 1990).

En forma de sorbitol, el maíz amarillo es un ingrediente incluido en la pasta de dientes para que esta no pierda elasticidad ni humedad. El café instantáneo contiene compuestos del mismo, igual que la crema en polvo, los cereales y hasta las aspirinas: la delgada capa que cubre está hecha con almidón. También se encuentra en algunas soluciones intravenosas.

2.10.3 Alimentos mezclados

El maíz es uno de los alimentos carbohidratados, que tradicionalmente ha sido empleado para engordas y como fuente de energía en la producción de ganado de carne, leche y huevo, en cerdos, aves. Algunos de estos subproductos derivados del maíz, son ricos en proteínas, o aceite, los cuales son ingredientes en la formulación completa y manufacturada de alimentos mezclados, concentrados o balanceados (Poehlman, 2003).

2.10.4 Industrias de fermentación y destilerías

Debido al alto contenido de almidón en los granos de maíz y los azúcares obtenidos de los mismos, proveen a las industrias fermentadoras y destilerías, con una fuente disponible y económica de carbohidratos, el uso de levaduras selectas, mohos, bacterias que actúan en sustratos conteniendo carbohidratos tales como: alcoholes, ácidos orgánicos, antibióticos, enzimas y vitaminas (Poehlman, 2003).

2.10.5 Industria de molienda en húmedo.

Esta industria también llamada refinación del maíz, es la fabricación de almidón puro de maíz y varios productos derivados exclusivamente del almidón. La separación de las partes de la semilla en el molino depende en gran parte del uso de agua, además de otros procesos químicos o enzimáticos para convertir el almidón a jarabes para animales. El almidón y sus productos modificados, empleados en cientos de aplicaciones de la industria complementaria, principalmente por sus propiedades espesantes, pegantes y por su capacidad de formar películas. La industrias que emplean almidón son: papelera y textilera, en la fermentación, en aceites y en la industria alimenticia; una gran cantidad de almidón se convierte directamente en jarabes y dextrosa, que se emplean como edulcorantes en muchos alimentos tales como: dulces, nieve o productos para panaderías. Adicionalmente la dextrosa es la materia prima para la producción de sorbitol y vitamina C (Reyes, 1990).

2.10.6 Industria de molienda en seco.

Los molinos modernos emplean un sistema de molido que remueve casi completamente el embrión y el pericarpio para la producción de sémola y harina de maíz. Estos productos consisten del endospermo triturado y molido y las diferentes harinas son separadas por medio de tamices (mallas), de diferente tamaño. La sémola es un producto de consistencia gruesa y usado industrialmente para la manufactura de hojuelas de maíz (Reyes, 1990).

II. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y condiciones ambientales

El estudio se realizó en dos localidades de los Valles Altos de México una de ellas ubicada en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán campo 4 (FESC-C4), en la parcela número 7, en el ciclo primavera- verano del año 2009, se encuentra en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México, ubicado a los 19° 42' 35" de latitud norte y 99° 11' 42" de longitud oeste; con una altitud de 2 252 msnm.

El segundo ensayo se sembró en el Campo Experimental Valle de México, dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CEVAMEX-INIFAP). El CEVAMEX está ubicado en Santa Lucía de Prias, Coatlinchán, Municipio de Texcoco, Estado de México.

En la región, se presenta el clima C (wo)(w)b(i) que corresponde al tipo templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano, e invierno seco (menos del 5% de la precipitación anual), con verano largo y fresco, con temperatura extremosa respecto a su oscilación (García, 1973).

La precipitación media anual es de 605 mm, concentrándose en los meses de mayo a octubre, julio es el mes más lluvioso con 128.9 mm y febrero más seco con 3.8 mm.

El promedio anual de heladas es alto, 64 Días, abarcando desde octubre hasta abril, son más frecuentes en diciembre, enero, y febrero, las heladas tempranas se pueden presentar entre el 8 y 10 de septiembre y las tardías hasta el mes de mayo. La temperatura media anual es de 15.7° C, el mes más frío es enero con 11.8° C, en promedio, con 2.3°C de temperatura mínima, la temperatura máxima es de 26.5°C.

3.2 Material genético

El material genético, tiene su origen en el año 2005, cuando se conformaron tres cruza simples sobresalientes de CIMMYT y seis líneas de grano amarillo, desarrolladas en colaboración de INIFAP y la UNAM, obteniéndose, 18 cruza trilineales, las cuales fueron evaluadas en el ciclo primavera verano 2006, en donde los mayores rendimientos los obtuvieron los híbridos con respecto al testigo comercial con menor rendimiento. Los resultados obtenidos y las buenas características de los materiales señalaron que ha sido conveniente continuar evaluando estos híbridos, para verificar su perspectiva hacia el futuro (Tadeo *et al.*, 2010).

Cuadro 3. Combinaciones de los Genotipos de la FESC- UNAM y de CEVAMEX-INIFAP, utilizados para la evaluación de la capacidad productiva, de maíces amarillos para grano de ciclo intermedio, para Valles Altos. Ciclo primavera – verano, 2009.

Genealogía			
(501x495)	(504x555)	(505x408)	(505x493)
(501x4979)	(504x497)	(505x555)	(505x554)
(501x554)	(504x408)	(505x497)	(507x497)
(501x408)	(504x410)	(505x554)	(507x493)
(501x410)	(504x495)	(505x495)	H-33
(501x555)	(505x410)	(501x405)	H-48

H-33 y H-48: testigos comerciales.

3.3 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar, con 24 tratamientos y 3 repeticiones, dando un total de 72 unidades experimentales.

3.4 Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza, de acuerdo al modelo de bloques completos al azar por medio del programa SAS (Sistema de Análisis Estadísticos).

La fórmula se presenta a continuación: (Martínez, 1994).

Modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + t_j + \epsilon_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, r = \text{bloques} \quad j = 1, 2, \dots, t = \text{tratamientos}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observaciones en el bloque i con el tratamiento j .

μ = Media general.

β_i = Efecto del i – ésimo bloque.

t_j = Efecto del j – esimo tratamiento.

ϵ_{ij} = Error experimental.

El método que se llevó a cabo para realizar la comparación de medias fue la prueba de rango múltiple de Tukey ($p=0.05$) a través del mismo programa de análisis estadístico, con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$DHS = q_{\alpha; tn} \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

Dónde:

DHS = Diferencia significativa honesta.

$q_{\alpha; tn}$ = α valor tabulado del rango estandarizado al nivel de significancia de la prueba, para comparar t medias de tratamiento con n 0 ($r-1$) ($t-1$) grados de libertad del error experimental.

CME = Cuadrado medio del error.

r = Numero de bloques completos del experimento.

3.5 Tamaño de la parcela

La parcela experimental constó de un surco de 5 metros de largo por 80 cm. de ancho, dando un total de 4.0 m² como parcela útil. De este modo el experimento tuvo 72 parcelas de 5 m, en donde se distribuyeron aleatoriamente los genotipos en estudio.

3.6 Manejo agronómico

3.6.1 Preparación del terreno

Para ambas localidades CEVAMEX y FESC – UNAM, realizó un barbecho, una rastra, una cruza y por último el surcado.

3.6.2 Siembra

La siembra para la localidad del CEVAMEX, se realizó 1 de junio; la siembra para la localidad de FES-UNAM, se realizó el 16 de junio del 2009, depositando tres semillas por golpe cada 50 cm., las cuales fueron cubiertas a tapa pie.

3.6.3 Riegos

En la localidad del CEVAMEX, se realizaron 2 riegos, mientras que en la localidad de la FESC - UNAM, la siembra fue de temporal.

3.6.4 Control de malezas

Para ambas localidades, se aplicaron en fase de postemergencia con Gesaprim (Atrazina) con 2kg/ha y Hierbamina (2-4 D) con 2 litros /ha.

3.6.5 Cosecha

La cosecha en la localidad FESC-UNAM, se realizó el 26 de Noviembre del 2009 y en la localidad CEVAMEX fue el 14 de diciembre del 2009.

3.7 Variables evaluadas

Acorde a la metodología sobre los lineamientos en el manejo de ensayos y la recolección de datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en este estudio, se evaluaron en total 19 variables descritas a continuación:

3.7.1 Días a floración masculina

El número de días transcurridos desde la siembra hasta la aparición del 50% de las espigas, cuando estaba en plena floración.

3.7.2 Días a floración femenina

El número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual el 50% de las plantas de la parcela tienen estigmas de 2-3 cm de largo.

3.7.3 Altura de planta

En 5 plantas seleccionadas al zar: se midió la distancia desde la base de la planta hasta el punto donde comienza a dividirse la espiga (panoja).

3.7.4 Altura de mazorca

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

3.7.5 Mazorcas buenas

Después de la cosecha, se extendieron todas las mazorcas cosechadas en cada una de las parcelas, se tomó menos del 50% con daños para ser una mazorca buena y se cuantificaron.

3.7.6 Mazorcas malas

Se separaron las mazorcas malas con 50% de daños causados por enfermedades e insectos, tamaño de la mazorca, llenado del grano y uniformidad de las mazorcas, posteriormente se cuantificaron.

3.7.7 Sanidad de la planta

Se utilizó una escala de 1 a 10, dependiendo los daños en relación a enfermedades que presentó cada planta; siendo uno para las más afectadas y diez a las plantas sanas.

3.7.8 Sanidad de mazorca

Se utilizó una escala de 1 a 10, dependiendo de los daños en cuanto a enfermedades que presentó cada mazorca; siendo 1 para las más afectadas y 10 para las más sanas.

3.7.9 Cobertura de mazorca

Reyes (1990) consideró que para que una mazorca tenga buena cobertura debemos considerar las siguientes observaciones:

- Una mazorca con el totomoxtle bien cerrado y apretado y que sobresalga más allá de la punta obtuvo en unos dos o tres centímetros.
- Totomoxtle bien cerrado y apretado, pero que apenas alcance a cubrir la punta de la mazorca.
- Totomoxtle bien cerrado, pero con las hojas flojas y separadas en la punta.
- Totomoxtle con hojas desprendidas a lo largo de la mazorca y separadas en la punta, que dejan al descubierto la punta de la mazorca en unos dos o tres cm.
- Totomoxtle mal cerrado que deja al descubierto gran parte de la mazorca.

La cobertura de mazorca se evaluó tomando en cuenta lo siguiente:

De acuerdo CIMMYT (1985), la calificación se asignó en una escala de uno a diez. De 1 a 2 la calificación es completamente inaceptable, la cobertura deficiente y la punta está claramente expuesta; de 2 a 4 el grano expuesto, las brácteas no cubren la mazorca adecuadamente y dejan la punta algo expuesta, de 4 a 6, la punta expuesta, cubren flojamente la mazorca hasta la punta; de 6 a 8 es regular, las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca; y de 8 a 10 es excelente, la cobertura de las brácteas a la mazorca cubre apretadamente la punta de la mazorca y se extienden más allá de ella.

3.7.10 Longitud de mazorca

De cinco mazorcas elegidas al azar en cada unidad experimental (parcela), se midieron desde la base hasta la punta, con una regla de 30 cm., se calculó el promedio y ese fue el dato final.

3.7.11 Hileras por mazorca

De las mismas cinco mazorcas elegidas aleatoriamente en cada unidad experimental, se les contaron el número de hileras, luego se promediaron.

3.7.12 Granos por hilera

De las mismas mazorcas elegidas, se contaron el número de granos de una hilera a partir de la base de la mazorca hasta el ápice, luego se promedió.

3.7.13 Diámetro de mazorca

Con la ayuda de un vernier a las mismas cinco mazorcas en las que se midieron las anteriores variables, se les midió el diámetro, ubicando el vernier a la mitad de la mazorca, se promediaron para que obtuviera un dato cerrado.

3.7.14 Diámetro del olote

Una vez desgranadas las cinco mazorcas elegidas aleatoriamente, se les midió con un vernier a la mitad del olote su diámetro, el promedio fue el dato final.

3.7.15 Granos por mazorca

Este dato se obtuvo de la multiplicación de hileras/mazorca x granos/hilera.

3.7.16 Peso de 200 granos

De una muestra homogénea de grano de las cinco mazorcas, se contaron 200 granos, se pesaron en una balanza y se registró el dato.

3.7.17 Porcentaje de materia seca

De una muestra de 250 gramos de grano obtenido por cada unidad experimental, se calculó la humedad por medio de un determinador digital, el dato que se obtuvo se le restó el 100% y el resultado fue el % de materia seca.

3.7.18 Porcentaje de grano

El dato se obtuvo de la aplicación de la fórmula:

$$\% \text{ grano} = \frac{\text{Peso de cinco mazorcas sin olote}}{\text{Peso de cinco mazorcas con olote}} \times 100$$

(CIMMYT, 1985).

3.7.19 Rendimiento

Se calculó con la siguiente fórmula expresada en kg ha^{-1} .

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

Dónde:

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

%M.S. = Porcentaje de materia seca de la muestra de grano de cinco mazorcas recién cosechadas.

% G = Porcentaje de Grano, producto de la relación grano- elote.

F.C. = Factor de conversión para obtener rendimiento por hectárea. Se obtiene al dividir 10 000 m^2 7 tamaño de la parcela útil en m^2 .

8 600 = Constante para estimar el rendimiento con humedad comercial del 14 % (CIMMYT, 1985).

IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Cuadrados medios y significancia de diferentes variables evaluadas en híbridos trilineales amarillos

En el cuadro 4 se concentran los cuadrados medios, obtenidos de los análisis de varianza para los factores de variación de las diferentes variables consideradas en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo en dos localidades de Valles Altos en el ciclo agrícola primavera – verano 2009. Se anota la significancia estadística cuando así correspondió.

Para la variable rendimiento en los factores de variación: localidad, repetición y genotipo resultaron diferencias altamente significativas al 0.01 de probabilidad (**), Cuadro 4, en cambio para el factor de variación de la interacción genotipo por localidad, solo hubo diferencias estadísticas significativas al 0.05 de probabilidad (*). El rendimiento para las dos localidades obtuvo una media de 7,790 kg ha⁻¹, con un coeficiente de variación de 17.8 %, aceptable para este tipo de trabajos (Cuadro 4), la media se considera buena con base en otros trabajos de investigación (Tadeo y Espinosa, 2004; Tadeo, 2005; Tadeo *et al.*, 2005 c; Tadeo *et al.*, 2006; Tadeo *et al.*, 2007).

Para el factor de variación localidad, se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas al 0.01 de probabilidad para las variables rendimiento, floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas buenas, mazorcas malas, sanidad de planta, sanidad de mazorca, cobertura de mazorca, longitud de mazorca, granos por hilera, granos por mazorca, porcentaje de materia seca, y porcentaje de grano, es decir la mayoría de las variables. Lo que no ocurrió así para las variables: peso de 200 granos, hileras por mazorca, diámetro de mazorca, diámetro del olote, en las cuales no hubo significancia estadística. En lo que respecta al factor de variación repetición, se detectaron diferencias altamente significativas al 0.01 de probabilidad para las variables: rendimiento, floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas buenas, mazorcas malas, sanidad de mazorca, sanidad de planta, cobertura de mazorca y peso de 200 granos. En cambio para las variables: floración masculina, longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera, diámetro de mazorca, diámetro del olote, granos por mazorca, porcentaje de materia seca y porcentaje de grano no hubo significancia estadística (Cuadro 4).

Para el factor de variación genotipo, se encontraron diferencias altamente significativas en la mayoría de las variables, es decir: rendimiento, floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas buenas, sanidad de mazorca, cobertura de mazorca, peso de 200 granos, hileras por mazorca, diámetro de mazorca, diámetro del olote, porcentaje de materia seca y porcentaje de grano, en cambio para la variable longitud de mazorca hubo diferencias significativas al 0.05 de probabilidad.

Cuadro 4. Cuadrados medios y significancia estadística de diferentes variables evaluadas en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de ciclo intermedio en dos localidades de Valles Altos. Primavera- verano 2009.

VARIABLE	Localidad	S	Repetición	S	Genotipo	S	Media	C. V. (%)
Rendimiento	39310294.2	**	14439758	**	4256566.2	**	7790	17.80
Floración Masculina.	1320.1	**	3.56	N.S.	17.80	**	75	1.60
Floración Femenina.	65.34	**	19.31	**	15.85	**	79	2.38
Altura Planta	3.09	**	1.00	**	0.14	**	1.7	11.78
Altura Mazorca	2.10	**	0.14	**	0.08	**	0.8	13.88
Mazorcas Buenas	8433.36	**	273.59	**	56.11	**	21.26	22.3
Mazorcas Malas	4268.44	**	178.69	**	29.11	N.S.	10.18	45.3
Sanidad de mazorca	53.77	**	2.89	**	1.16	**	8.04	8.8
Sanidad de planta	19.50	**	3.86	**	0.84	N.S.	8.38	9.44
Cobertura de mazorca	136.11	**	6.33	**	1.59	**	7	10.4
Peso de 200 granos	8.50	N.S.	754.52	**	316.49	**	56	16.5
Longitud de mazorca	195.06	**	0.56	N.S.	4.46	*	15	10.6
Hileras / mazorca	0.0000	N.S.	3.52	N.S.	5.17	**	17	8.7
Granos/ hilera	1089	**	17	N.S.	13.16	N.S.	29	10.9
Diámetro d mazorca	0.12	N.S.	0.27	N.S.	0.37	**	4	9.4
Diámetro dl olote	0.03	N.S.	0.05	N.S.	0.31	**	3	12.8
Granos por mazorca	315844	**	7618.58	N.S.	6137.21	N.S.	477	14.9
% materia seca	4386.85	**	35.00	N.S.	103.88	**	78	6.3
% grano	214.13	**	1.78	N.S.	9.17	**	85	1.7

S= Significancia estadística al 0.01 de probabilidad (**), al 0.05 de probabilidad (*)

N.S. = No Significativo C.V.= Porcentaje de Coeficiente Variación.

Para las variables: mazorcas malas, sanidad de planta, granos por hilera y granos por mazorca no se presentaron diferencias significativas (Cuadro 4). Lo anterior muestra que se evaluaron materiales con diferencias en rendimiento y otras características, lo que es importante para

ofrecer variedades que posean diferentes características (Espinosa *et al.*, 2009 a; Espinosa *et al.*, 2009 b; Espinosa *et al.*, 2010).

Cuadro 5. Cuadrados medios y significancia estadística de diferentes variables evaluadas en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de ciclo intermedio en dos localidades de Valles Altos. Primavera- verano 2009.

VARIABLE	Genotipo x Localidad	S	Media	C. V. (%)
Rendimiento	2515178.3	*	7790	17.80
Floración Masculina	2.64	*	75	1.60
Floración Femenina.	4.70	N.S.	79	2.38
Altura Planta	0.04	N.S.	1.7	11.78
Altura Mazorca	0.01	N.S.	0.8	13.88
Mazorcas Buenas	34.11	N.S.	21.26	22.3
Mazorcas Malas	17.73	N.S.	10.18	45.3
Sanidad de mazorca	0.37	N.S.	8.04	8.8
Sanidad de planta	0.36	N.S.	8.38	9.44
Cobertura de mazorca	0.67	N.S.	7	10.4
Peso de 200 granos	67.07	N.S.	56	16.5
Longitud de mazorca	3.40	N.S.	15	10.6
Hileras / mazorca	2.52	N.S.	17	8.7
Granos/ hilera	14.07	N.S.	29	10.9
Diámetro de mazorca	0.13	N.S.	4	9.4
Diámetro del olote	0.19	*	3	12.8
Granos por mazorca	8181.21	N.S.	477	14.9
% materia seca	65.42	**	78	6.3
% grano	2.18	N.S.	85	1.7

S= Significancia estadística al 0.01 de probabilidad (**), al 0.05 de probabilidad (*)

N.S. = No Significativo C.V.= Porcentaje de Coeficiente Variación.

Para el factor de variación que corresponde a la interacción genotipo por localidad, que se muestra en el cuadro 5 detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para la variable: materia seca con una media de 78 y un coeficiente de variación de 1.7%, para las variables: rendimiento, floración masculina, y diámetro del olote hubo diferencias estadísticas significativas al 0.05 de probabilidad, en cambio para el resto de las variables: floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas buenas, mazorcas malas, sanidad de planta, sanidad de mazorca, peso de 200 granos, longitud de mazorca, hileras por mazorca,

granos por hilera, diámetro de mazorca, granos por mazorca, y porcentaje de grano, no hubo diferencias significativas.

4.2 Comparación de medias entre dos localidades para híbridos trilineales de maíz amarillo

En el cuadro 6, se muestra los valores obtenidos en la comparación de medias para dos localidades en la evaluación de híbridos trilineales de maíz amarillo de ciclo intermedio para Valles Altos y diferentes variables. Se observa que en la variable rendimiento la localidad CEVAMEX obtuvo un rendimiento superior con una media de 8,312 kg ha⁻¹, lo que lo pudo definir como el mejor lugar, superior estadísticamente a ensayo conducido en la FESC-UNAM, donde el rendimiento medio fue de 7,267 kg ha⁻¹ con una diferencia honesta significativa de 381. La diferencia en rendimiento podría tener relación con la mayor disponibilidad de humedad de riego en la localidad de CEVAMEX, a diferencia de la limitación de riego en la FESC-UNAM, donde se manejó el cultivo prácticamente bajo condiciones de temporal, este tipo de contraste permite evaluar en ambientes diferentes a los materiales, lo cual se ha reportado en trabajos previos (Tadeo y Espinosa, 2004; Tadeo *et al.*, 2004; Tadeo *et al.*, 2005; Tadeo *et al.*, 2006; Tadeo *et al.*, 2007; Tadeo *et al.*, 2010).

La comparación de medias entre localidades para la variable floración masculina y floración femenina, permitió definir que en la localidad del CEVAMEX, se presentan valores superiores estadísticamente diferentes a los que se presentaron en la FESC-UNAM, lo que indica que la floración masculina y femenina fue más precoz en esta última localidad (FESC-UNAM), con respecto al CEVAMEX (Cuadro 6). Lo anterior probablemente tiene repercusión en la expresión del mayor rendimiento cuando el ciclo es más largo, aunado a la disponibilidad de humedad que influye directamente en la expresión y duración del ciclo, como ocurre con otros genotipos (Tadeo y Espinosa, 2004; Tadeo *et al.*, 2004; Tadeo *et al.*, 2005; Tadeo *et al.*, 2006; Tadeo *et al.*, 2007; Tadeo *et al.*, 2010; Espinosa *et al.*, 2008; Espinosa *et al.*, 2009 a; Espinosa *et al.*, 2009 b; Espinosa *et al.*, 2009 c).

Para la variable altura de planta la localidad CEVAMEX obtuvo una media de 1.89 m. lo que superó a la localidad FESC - UNAM con una media de 1.60 m. Para la variable altura de mazorca, la localidad CEVAMEX fue superior con una altura media de 0.96 m y para la localidad FESC - UNAM la media fue de 0.72 m.

Cuadro 6. Comparación de medias para dos localidades en la evaluación de híbridos trilineales de maíz amarillo para grano de ciclo intermedio en Valles Altos del ciclo primavera – verano 2009, para las variables: rendimiento, floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas buenas, mazorcas malas, sanidad de mazorca, sanidad de planta y cobertura de mazorca

VARIABLE	Localidad CEVAMEX	Localidad FESC - UNAM	D.H.S. (0.05)
Rendimiento (kg ha⁻¹)	8312 a	7267 b	381
Floración masculina (días)	78 a	72 b	0.4
Floración femenina (días)	80 a	79 b	0.62
Altura de planta (m)	1.89 a	1.60 b	0.06
Altura de mazorca (m)	0.96 a	0.72 b	0.3
Mazorcas buenas	29 a	14 b	1.6
Mazorcas malas	16 a	5 b	1.5
Sanidad de mazorca	8.65 a	7.43 b	0.2
Sanidad de planta	8.75 a	8.01 b	0.3
Cobertura de mazorca	8.38 a	6.44 b	0.3

D.H.S. =Diferencia Honesta Significativa al 0.05

Para la variable mazorcas buenas, el comportamiento obtuvo una media de 29 para la localidad CEVAMEX, mientras que para la localidad FESC – UNAM, se obtuvo una media de 14 mazorcas buenas, con una diferencia honesta significativa al 0.05 de 1.6 en tanto para la variable mazorcas malas las medias fueron 16 para la localidad CEVAMEX y 5 para la localidad FESC – UNAM lo que indicó poca presencia de mazorcas dañadas o afectadas en la FESC-UNAM. Por otro lado para la variable sanidad de mazorca para la localidad CEVAMEX se obtuvo una media de 8.65 y para la localidad FESC – UNAM se obtuvo una media de 7.43, y para la variable sanidad de planta para la localidad CEVAMEX se obtuvo una media de 8.75 y para la localidad FESC – UNAM se obtuvo una media de 8.01 con una diferencia honestamente significativa de 0.3, para la variable cobertura de mazorca se obtuvo para la localidad CEVAMEX una media de 8.38 de calificación en tanto para la localidad FESC – UNAM se obtuvo una media de 6.44, ambas en la que la diferencia honestamente significativa fue de 0.3. (Cuadro 6).

En lo que correspondió a la variable peso de 200 granos se presentó una media para la localidad CEVAMEX de 50.056 g mientras que para la localidad FESC – UNAM se presentó

una media de 55.569 g, similares estadísticamente, para la variable longitud de mazorca para la localidad CEVAMEX se obtuvo una media de 15.84 cm y para la localidad FESC – UNAM una media de 13.51 cm, que corresponden a grupos de significancia diferentes, para la variable granos por hilera se obtuvo una media de 32 para la localidad CEVAMEX en tanto para la localidad FESC – UNAM se obtuvo una media de 26 granos por hilera, diferentes significativamente, en cuanto a la variable diámetro de mazorca se obtuvo una media para la localidad CEVAMEX de 4.63 cm similar estadísticamente al que se detectó para la localidad FESC – UNAM, con una media de 4.30 cm. (cuadro 7)

Cuadro 7. Comparación de medias para dos localidades en la evaluación de híbridos trilineales de maíz amarillo para grano de ciclo intermedio en Valles Altos, en el ciclo primavera – verano 2009, para las variables: peso de 200graos, longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera, diámetro de mazorca, diámetro del olote, granos por mazorca, % de materia seca y % de grano.

VARIABLE	Localidad CEVAMEX	Localidad FESC - UNAM	D.H.S (0.05)
Peso de 200 granos (g)	56.056 a	55.569 a	3.05
Longitud de mazorca (cm)	15.84 a	13.51 b	0.51
Hileras por mazorca	17 a	17 a	0.47
Granos por hilera	32 a	26 b	1.03
Diámetro de mazorca (cm)	4.63 a	4.30 a	0.13
Diámetro del olote (cm)	2.58 a	2.55 a	0.10
Granos por mazorca	525 a	431 b	24
% de Materia seca	83.13 a	72.10 b	1.60
% de grano	86.00 a	83.56 b	0.4687

D.H.S. =Diferencia Honesta Significativa al 0.05

Para la variable diámetro del olote, para la localidad CEVAMEX se obtuvo una media de 2.58 cm y para la localidad FESC – UNAM se obtuvo una media de 2.55 cm, similares estadísticamente con base en el valor de D.H.S. obtenido de 0.10. En cuanto a la variable granos por mazorca se obtuvo una media para la localidad CEVAMEX de 525 granos mientras que para la localidad FESC – UNAM se obtuvo una media de 431 granos diferentes estadísticamente. En lo que corresponde a la variable porcentaje de materia seca para la localidad CEVAMEX se obtuvo una media de 83.13% y para la localidad FESC – UNAM una

media de 72.10% y para la variable porcentaje de grano para la localidad CEVAMEX la media fue de 86.00% en tanto que para la localidad FESC – UNAM fue de 83.56%. (Cuadro 7)

A excepción de la variable hileras por mazorca el comportamiento de las medias de las variables entre las dos localidades para la localidad CEVAMEX, resultó superior que para la localidad FESC – UNAM sin embargo las diferencias fueron de poca magnitud. La respuesta de la comparación de medias entre las dos localidades, pudo estar influenciada por la localidad y las condiciones distintas que prevalecieron.

4.3 Comparación de medias de diferentes variables

En el cuadro 9, se presenta la comparación de medias de variables evaluadas en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo para grano en la media de dos localidades de Valles Altos evaluados en el ciclo primavera – verano 2009. Cabe señalar que los testigos son de maíz blanco, H-33 y H-48, dado que no existen aún maíces amarillos liberados por INIFAP o comerciales de ciclo intermedio para el Valle de México con los cuales se comparen los resultados que se obtuvieron.

Para la variable rendimiento se pueden apreciar tres grupos de significancia al presentarse en forma decreciente, el rendimiento más elevado lo presentó el híbrido (505x554), que correspondió al tratamiento 16, con un rendimiento de 9596 kg/ha, en segundo lugar se ubicó la cruza (505x408), en tercer lugar la cruza (504x408) obtuvo un rendimiento de 8700 kg/ha. De esta forma se ubicaron trece materiales experimentales de grano amarillo. En el lugar catorce se ubicó el híbrido testigo H-48, con un rendimiento de 7625 kg/ha, lo anterior indica que el mejor híbrido de grano amarillo superó en 25.8% al híbrido testigo en uso comercial. El otro híbrido testigo H – 33, se ubicó en el lugar 20 con un rendimiento de 6698 kg/ha, valor que sólo superó numéricamente a dos híbridos de maíz amarillo, lo que indica que varios híbridos amarillos se comportaron mejor en cuestión de rendimiento que los comerciales.

En la variable floración masculina se formaron cinco grupos de significancia ubicándose en el primer grupo, el híbrido (505x554), tratamiento 16, más tardío con 80 días a floración, seguido del híbrido (505x554) con 79 días a floración, el segundo grupo con 78 días fue el híbrido comercial H- 33, seguido del tercer grupo con los híbridos (505x408), (504x408), (505x410), (504x410), (501x410), H-48, (504X555) y (501x555), entre 75 y 77 días a floración, y los dos

últimos grupos más tardíos fueron los híbridos: (507x493), (501x408), (507x497), (505x493), (501x554), (504x495), (501x497), (504x497), (505x555), (505x495), (501x495), (505x497) y (501x405), con 75 a 73 días a floración.

De manera similar en la variable floración femenina el híbrido más tardío fue el mismo que para floración masculina con 84 días a floración femenina (505x554), y se presentaron tres grupos de significancia al cual dentro del primer grupo fueron los híbridos: (505x554), (505x408), (504x408), (505x410), H-48, H-33 y (507x493) con 81 días a floración, el segundo grupo de 78 a 80 días a floración fueron los híbridos (501x408), (504x410), (507x497), (501x410), (505x493), (501x554), (504x495), (501x497), (504x555), (504x497), (505x555), (505x495), (501x495), (505x497 y (501x555). El tercer grupo fue el que representó el híbrido (501x405) que al igual que en floración masculina también fue precoz.

Para la variable altura de planta hubo seis grupos de significancia, en el primer grupo el híbrido (505x554) presentó la altura más elevada con 2.0 m, en segundo grupo y en forma descendiente el híbrido H-33 dio una altura de 1.98 m, siguiéndole el tercer grupo con el híbrido (505x555) con una altura de 1.96 m, el híbrido (505x408) con una altura de 1.93 m, seguido de los híbridos: (501x408), (505x410), (504x410), (505x554), (501x410), (501x554), (504x495), (501x497), (H-48, (504X555), (504X497), (505X495), (505X497), (507X493), y (501x555) con alturas que iban desde 1.70 m. hasta 1.91 m., siguiéndole el tercer grupo de significancia con los híbridos: (504x408), y (501x495) con una altura de planta de 1.55 m para ambos, el cuarto grupo de significancia fue por el híbrido (505x493) con una altura media de 1.53 m, el quinto grupo fue por el híbrido (507x497) con una altura media de 1.50 m, y el noveno grupo de significancia fue el híbrido (501x405) con altura de planta de 1.48 m la cual fue la media entre las dos localidades.

Cuadro 8. Comparación de medias de variables evaluadas en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de grano en la medida de dos localidades de Valles Altos, para las variables: rendimiento, floración masculina, floración femenina, altura de planta y altura de mazorca.

GENOTIPO HIBRIDO	Rendimiento. (kg ha⁻¹)	Floración Masculina. (días)	Floración Femenina. (días)	Altura de planta (m)	Altura de mazorca (m)
(505x554)	9596a	79ab	81ab	2.0a	1.10ab
(505x408)	8717ab	76cde	81ab	1.93abcd	0.86bcde
(504x408)	8700ab	76cde	81ab	1.55bcde	0.76de
(501x408)	8556ab	74e	79bc	1.71abcde	0.78de
(505x410)	8491ab	76cde	81ab	1.88abcde	0.85bcde
(504x410)	8353ab	75cde	80bc	1.78abcde	0.85bcde
(505x554)	8344ab	80 ^a	84a	1.88abcde	0.91abcde
(507x497)	8249ab	74e	79bc	1.50de	0.73de
(501x410)	7932abc	75cde	79bc	1.73abcde	0.80cde
(505x493)	7910abc	73e	78bc	1.53cde	0.78de
(501x554)	7883abc	74e	78bc	1.65abcde	0.76de
(504x495)	7865abc	74e	80bc	1.66abcde	0.71de
(501x497)	7810abc	74e	80 bc	1.68abcde	0.80cde
H-48	7625abc	77cde	81ab	1.91abcde	1.05abc
(504X555)	7611abc	75cde	78bc	1.86abcde	0.90bcde
(504X497)	7582abc	74e	79bc	1.68abcde	0.78de
(505X555)	7550abc	75e	80bc	1.96abc	0.91abcde
(505X495)	7498abc	74e	79bc	1.73abcde	0.83cde
(501X495)	7493abc	73e	78bc	1.55bcde	0.73de
(505X497)	7414abc	74e	78bc	1.78abcde	0.83cde
(501X405)	7285abc	74e	76c	1.48e	0.66e
H-33	6698bc	78bc	81ab	1.98ab	1.16a
(507X493)	6292bc	75de	81ab	1.83abcde	0.93abcd
(501X555)	5501c	75cde	80bc	1.70abcde	0.75de
D.H.S.(0.05)	2494	3	4	0.44	0.25

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes Tukey (0.05).

En lo que correspondió a la variable altura de mazorca, se formaron cinco grupos de significancia, en forma descendiente, en el primer grupo el híbrido con la altura más elevada de

mazorca, el híbrido comercial H-33 con 1.16 seguido del híbrido con mayor rendimiento (505x554) con una altura de mazorca de 1.10 m, posteriormente y en el mismo grupo, el híbrido H-48 con 1.05 m de altura, el híbrido (507x493) con una altura de mazorca de 0.93 m, el híbrido más tardío en cuanto a floraciones masculina y femenina: (505x554) con 0.91 m , y el híbrido (505x555) con la misma altura.

El segundo grupo de significancia lo integraron los híbridos: (505x408), (505x410), (504x410) y (504x555) con medias que iban desde 0.85 a 0.90 m a los 0.85 m. Para el tercer grupo de significancia, los híbridos: (501x410), (501x497), (505x495) y (505x497) con alturas de mazorca que iban desde 0.80 a 0.83 m, el cuarto grupo fue dado por los híbridos: (504x408), (501x408), (507x497), (505x493), (501x554), (504x495), (504x497), (501x495) y (501x555) con alturas desde 0.71 a 0.80 m, y por último grupo de significancia el híbrido (501x405) con una altura de mazorca de 0.66 m , la media para las dos localidades estudiadas.

Las otras variables evaluadas no presentan tantos grupos de significancia, salvo en la variable porcentaje de grano (Anexo. Cuadros 10, 11, 12, 13 y 14).

4.4 Comparación de las variables entre los genotipos y las dos localidades

En lo que se refiere a los valores de diferentes variables evaluadas en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo para grano para el ciclo agrícola primavera- verano 2009 respecto a dos localidades de Valles Altos. que nos señala el siguiente cuadro, los híbridos presentados en forma decreciente con respecto a los rendimientos dieron como resultado que los híbridos amarillos (505x554) con 8436 kg ha^{-1} para la localidad FESC - UNAM y 10755 kg ha^{-1} para la localidad CEVAMEX, (505x408) con 7328 kg ha^{-1} y 10105 kg ha^{-1} respectivamente, (504x408) con 8372 kg ha^{-1} en FESC- C4 y 9027 kg ha^{-1} en CEVAMEX, (501x408) con 7972 kg ha^{-1} y 9140 kg ha^{-1} con 9140 kg ha^{-1} , y el híbrido (505x410) con 8530 y 8451 kg ha^{-1} respectivamente, fueron los híbridos que resultaron con mayores rendimientos y entre las dos localidades, los primeros cuatro materiales se comportaron mejor en la localidad CEVAMEX esta respuesta puede estar influenciada debido a que en la localidad CEVAMEX se aplicaron riegos, el quinto material en forma descendiente (505x410), tuvo mayor rendimiento en la localidad FESC- UNAM, se obtuvo mayor rendimiento comparado con la localidad CEVAMEX . Las variables notoriamente reflejaron el rendimiento de los híbridos.

Para la variable floración masculina y en forma descendiente conforme al híbrido con mayor rendimiento (505x554) fue de 77 días a floración masculina en la localidad FESC - UNAM y 80 días a floración en la localidad CEVAMEX, en cuanto a la variable floración femenina con el mismo híbrido, en la localidad FESC - UNAM fue de 79 días, mientras que en la localidad CEVAMEX fue de 83 días. El híbrido (505x408) tuvo 73 días y 79 días a floración masculina, subsecuente el híbrido (504x408) el cual tuvo 73 y 79 días a razón de floración masculina de las localidades FESC - UNAM y CEVAMEX, del mismo modo en el híbrido (501x408) hubo 71 y 77 días a floración , y para el híbrido (505x410) el cual también obtuvo de los rendimientos más altos, presentó 72 y 79 días a floración masculina para las localidades FESC - UNAM y CEVAMEX subsecuente.

Para la variable floración femenina, el comportamiento de cada híbrido fue el siguiente: el híbrido (505x554) tuvo 79 días a floración femenina, mientras que en la localidad CEVAMEX fue de 83 días, seguidamente el híbrido (505x408) mostró 80 días para FESC - UNAM y 81 días a floración femenina para CEVAMEX, después el híbrido (504x408) obtuvo 81 días y 80 días floración, el híbrido (501x408) tuvo 78 días y 79 días , mientras que el híbrido (505x410) manifestó sus floraciones femeninas a los 80 y 81 días para las localidades FESC - UNAM y CEVAMEX respectivamente. De manera general las floraciones se presentaron dentro de un ciclo intermedio desde los 70 días en adelante.

Para la variable altura de planta con respecto a las localidades FESC - UNAM y CEVAMEX de manera descendiente con respecto a los rendimientos, El híbrido (505x554) tuvo una altura de planta de 1.76 m para la localidad FESC-C4 y 2.23 m para la localidad CEVAMEX siendo uno de los materiales con más altura, seguidamente el híbrido (505x408) con una altura de planta de 1.66 m y 2.20 m, posteriormente el híbrido (504x408) con 1.53m y 1.56 m de altura de planta, el híbrido (501x408) con 1.60 y 1.83 m ,y el híbrido (505x410) con 1.63 y 2.13 m a razón de las localidades FESC - UNAM y CEVAMEX.

Cuadro 9. Valores de diferentes variables evaluadas en 22 híbridos trilineales de maíz amarillo y dos híbridos comerciales en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de grano a través de dos localidades de Valles Altos. Primavera – verano 2009.

Hibrido	Localidad	Rendimiento. (kg/ha)	Flor. Masc. (días)	Flor. Fem. (días)	Alt. Planta (m)	Alt. Mazc. (m)
(505x554)	FESC	8436	77	79	1.76	1.16
	CEVAMEX	10755	80	83	2.23	1.03
(505x408)	FESC	7328	73	80	1.66	0.93
	CEVAMEX	10105	79	81	2.20	0.80
(504x408)	FESC	8372	73	81	1.53	0.86
	CEVAMEX	9027	78	80	1.56	0.66
(501x408)	FESC	7972	71	78	1.60	0.90
	CEVAMEX	9140	77	79	1.83	0.66
(505x410)	FESC	8530	72	80	1.63	0.93
	CEVAMEX	8451	79	81	2.13	0.76
(504x410)	FESC	7697	73	80	1.56	0.86
	CEVAMEX	9008	77	79	2.00	0.83
(505x554)	FESC	9210	78	84	1.76	1.06
	CEVAMEX	7476	82	84	2.00	0.76
(507x497)	FESC	8385	70	78	1.50	0.96
	CEVAMEX	8111	78	80	1.50	0.50
(501x410)	FESC	7436	72	78	1.60	0.96
	CEVAMEX	8428	78	80	1.86	0.63
(505x493)	FESC	6861	69	76	1.33	0.93
	CEVAMEX	8958	77	79	1.73	0.63
(501x554)	FESC	8536	70	76	1.63	0.96
	CEVAMEX	7229	77	79	1.66	0.56
(504x495)	FESC	6630	72	81	1.43	0.80
	CEVAMEX	9099	77	79	1.90	0.63
(501x497)	FESC	6906	71	78	1.56	0.96
	CEVAMEX	8714	76	82	1.80	0.63
(504x555)	FESC	7302	72	76	1.70	1.00
	CEVAMEX	7918	78	80	2.03	0.80
(504x497)	FESC	6907	72	79	1.63	0.93
	CEVAMEX	8455	77	79	1.73	0.63
(505x555)	FESC	6854	71	79	1.70	0.96
	CEVAMEX	8245	78	80	2.23	0.86
(505x495)	FESC	6532	71	80	1.50	0.93
	CEVAMEX	8463	77	79	1.96	0.73
(501x495)	FESC	7485	70	78	1.53	0.93
	CEVAMEX	7500	77	79	1.56	0.53
(505x497)	FESC	5794	70	77	1.56	0.90
	CEVAMEX	9032	78	79	2.00	0.76
(501x405)	FESC	7184	71	75	1.33	0.80
	CEVAMEX	7385	76	77	1.63	0.53
H-33	FESC	6768	74	80	1.83	1.26
	CEVAMEX	6627	81	83	2.13	1.06
(507x493)	FESC	5686	70	80	1.70	1.03
	CEVAMEX	6896	79	81	1.96	0.83
(501x555)	FESC	4129	72	80	1.60	0.90
	CEVAMEX	6872	78	80	1.80	0.60

Para la variable altura de mazorca considerando el mismo orden, el híbrido (505x554) logro una altura de mazorca de 1.16 m para la localidad FESC - UNAM y para la localidad CEVAMEX se lograron alturas de 1.03 m, el híbrido subsecuente (505x408) tuvo una altura de 0.93 m en FESC - UNAM y 0.80m en CEVAMEX, el híbrido (504x408) mostro una altura de mazorca de 0.86 m y 66 m, el híbrido (501x408) tuvo 0.90 m y 0.66 m y el híbrido (505x410) el cual tuvo para la localidad FESC - UNAM una altura de mazorca de 0.93 m y para la localidad CEVAMEX una altura de mazorca de 0.76 m.

V CONCLUSIONES

1. La localidad que presentó el mejor rendimiento medio CEVAMEX con un rendimiento de 8312 kg ha⁻¹, ubicándose como mejor lugar, superior estadísticamente al ensayo conducido en la FESC-UNAM, donde el rendimiento medio fue de 7267 kg ha⁻¹
2. El rendimiento de trece híbridos amarillos, en la media de las dos localidades fue mejor que el híbrido testigo H-48, de 25.8% a 2.4%.
3. El híbrido con más alto rendimiento fue (505x554) con un rendimiento de 9596 kg ha⁻¹ para las dos localidades estudiadas.
4. Dado que en Valles Altos hay pocas opciones de híbridos amarillos con potencial de rendimiento, los híbridos evaluados que mostraron rendimientos superiores y buenas características agronómicas con respecto H-48, podrían ser una opción, por lo que es necesario evaluarlos en los siguientes años.

VI BIBLIOGRAFÍA

Alfaro Y., V. Segovia, M. Mireles, P. Monasterios, G. Alejos y M. Pérez. 2004. El maíz amarillo para la molienda húmeda. Revista digital CENIAP HOY Número 6, septiembre – diciembre 2004. Maracay, Aragua, Venezuela. En línea <http://sian.inia.gob.ve>

Arenas H. 2004. Producción insuficiente de maíz amarillo en México. Agro-síntesis. Diciembre 2004. p. 28-30.

Ávila P. M. A., J. L. Arellano V., J. Virgen V. y A. J. Gámez V. 2009. H-52 híbrido de maíz par Valles Altos de la mesa central de México. Agricultura Técnica en México. 35 (2): 237-240.

Blanco G., L., S., y Paulino R., F. 2001. Potencial de rendimiento de seis genotipos de maíz de temporal, con dos densidades de población. Tesis de licenciatura. UNAM. Cuautitlán Izcalli. Estado de México. pp 11-13.

Cámara Nacional de Maíz Industrializado CANAMI. 2005. Estadísticas. En línea: <http://www.cnmaíz.com.mx/estadística/index.htm1>

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT. 1985 Manejo de los ensayos e informe de datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. México, DF.

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

Espinosa C., A., M. Tadeo R., R. Martínez M. 2004. Nuevas variedades de maíz de grano amarillo para Valles Altos de México generados en la UNAM. Agrosíntesis. P 17-21.

Espinosa C. A. Tadeo R.M., Martínez M. R., Gómez M.N., Sierra M. M., Virgen V. J., Palafox C. A., Caballero H. F., Vázquez C. G. y Salinas M. Y. 2009 a. V54A: Variedad mejorada precoz de polinización libre de grano amarillo para Valles Altos de México. Memoria Técnica Numero 10. 9ª Expo Nacional de Maquinaria Agrícola. INIFAP Campo experimental Valle de México. p 43-44.

Espinosa C., A., M. Tadeo R., N. Gómez M., M. Sierra M., J. Virgen V., A. Palafox C., F. Caballero H., G. Vázquez C., Y. Salinas M., I. Arteaga e., F. A. Rodríguez M., D. Meza G., R. Valdivia B. 2010. V-54 A, nueva variedad precoz de maíz de grano amarillo para siembras de temporal retrasado en los Valles Altos de México. En: Memoria de la V Reunión Nacional de Innovación Agrícola, Campeche 2010. Compiladores: José Antonio Cueto Wong, Laura Verónica Macías García, Olivia Elizabeth Ortiz Rivas, INIFAP, Campeche, Campeche. Pp. 269-269.

Espinosa C. A.; Tadeo R. M.; Turrent F., A.; Gómez M. N.; Sierra M. M.; Palafox C., A.; Caballero H., F.; Valdivia B., R.; Rodríguez M., F. 2009 d. 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.

Espinosa C. A.; Tadeo R. M.; Sierra M. M.; Turrent F., A.; Valdivia B., R.; Zamudio G., B. 2009 c. 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., Martínez M. R., Gómez M.N., Sierra M. M., Virgen V. J., Palafox C. A., Caballero H. F., Vázquez C. G. y Salinas M. Y. 2009 b. V53A: Variedad mejorada de polinización libre de grano amarillo para Valles Altos de México. Memoria Técnica Numero 10. 9ª Expo Nacional de Maquinaria Agrícola. INIFAP Campo experimental Valle de México. p 41-42.

Espinosa C. A. Tadeo R.M., Martínez M. R., Gómez M.N., Sierra M. M., Virgen V. J., Palafox C. A., Caballero H. F., Vázquez C. G. y Salinas M. Y. 2011. V55A: Variedad mejorada de polinización libre de grano amarillo para Valles Altos de México. Memoria Técnica Numero 10. 9ª Expo Nacional de Maquinaria Agrícola. INIFAP Campo experimental Valle de México. p. 46-46.

Espinosa C. A.; Turrent F., A.; Tadeo R. M.; Gómez M. N.; Sierra M. M.; Caballero H. F. 2008. Importancia del uso de semilla de variedades mejoradas y nativas de maíz en México. *En: Desde los Colores del maíz, Una agenda para el campo mexicano.* Coordinador J. Luis Seefoó Luján. El Colegio de Michoacán. Volumen I: 233-255.

García S. J.A., M. J. Santiago C. Importaciones de maíz en México: un análisis espacial y temporal. *Investigación Económica*. LXIII (250): 131-160.

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

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuarías INIFAP. 2010. Reporte anual 2009 ciencia y tecnología para el campo. *Publicación especial Núm. 5*. En línea: <http://www.inifap.gob.mx/investigación/reportes/reporteanual2009>.

Márquez S. F. 1985. *Genotecnia Vegetal Métodos Teoría Resultados*. Primera edición. Tomo 1. AGT Editor S.A. 367 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. En línea: <http://www.fao.org/corp/statistics>.

Ortiz T. C., A. Espinosa C., H. S. Azpiroz R. y S. Sahagún C. 2006. 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 No. 3 Zinacantepec, Estado de México. 118 p.

Pérez D. T. 2005. Cuestión de color. Cambiar de blanco a amarillo podría salvar el libre comercio del maíz. *Expansión*. En línea: <http://www.expansión.com.mx/nivel2>.

Poehlman J.M. 1986. *Mejoramiento genético de las cosechas*. Primera edición. Ed. Limusa. México.

Poehlman J.M, Allen S.D. 2005. *Mejoramiento genético de las cosechas*. Segunda edición. Ed. Limusa. México

Primero S. R. 2006. Rendimiento de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de grano blanco y amarillo en Chapingo México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo.

Ramírez D. J. L., M. C. Bonaparte, L. S. Díaz, J.F. Moreno, A. M. Valencia, F. C. Hernández, H. D. Martínez, R. V. Bernal, J.R. Parra (2004). Patrón heteróico de maíz amarillo para la

región centro – occidente de México. Revista Fitotecnia Mexicana. Año/Vol. 27, núm. especial 1, pp 13-17.

Reyes C. P. 1990. El maíz y su cultivo. Primera edición. A.G.T. Editor, S.A. México D.F.

Reyes C. P., 1985. Fitogenotécnica básica y aplicada. AGT Editor, S. A. México. 463 p.

Reyes M. C. A., M.A. Cantú A., M. de la Garza C., G. Vázquez C. y H. Córdova O. 2009. H-443A, Híbrido de maíz de grano amarillo para el noreste de México. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 32 (4): 331 -333.

Rodríguez I. L. 2005. Capacidad productiva de variedades de polinización libre y ciclo precoz de maíz amarillo para Valles Altos de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. 82 p.

Salcido. G. 1997. Maíz tortilla, políticas y alternativas. UNAM. México p.141

Salinas M. Y., S. Saavedra A., J. Soria R., y E. Espinosa T. 2008. Características fisicoquímicas y contenido de carotenoides en maíces (*Zea mays* L.) amarillos cultivados en el Estado de México. Agricultura Técnica en México. 34 (3): 357-364.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, (SIAP) 2011; Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México D.F. En línea <http://siap.sagarpa.gob.mx>.

Tadeo R. M. 2005 a. Nuevas Variedades de maíz de grano amarillo. Agro-síntesis. pp 17-21.

Tadeo R., M., A. Espinosa C. 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.

Tadeo R. M., A. Espinosa C., R. Martínez M. 2005 b. Procedimientos técnicos para producción de semilla de híbridos y variedades de maíz en México.

Tadeo R., M., A. Espinosa C., R. Martínez M. y R. Arias R. 2005 c. Producción y tecnología de semillas, desarrollo y difusión de híbridos y variedades de maíz de la UNAM para su adopción

extensiva en México. XX Reunión Latinoamericana de Maíz. Editores M. Barandiaran G., A. Chávez C., R. Sevilla P. y T. Narro L. Lima, Perú. Pp. 435-441.

Tadeo R., M., A. Espinosa C., R. Martínez M., C. Téllez, I. González R., J. M. Osorio H., R. Valdivia B., N. Gómez M., M. Sierra M., F. Caballero H., A. Palafox C., F. A. Rodríguez M. 2007. 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. Pp. 19- 22. El Minia, Egypt.*

Tadeo R., M., A. Espinosa C., R. Martínez M., D. Salazar H., Téllez, C., J. M. Osorio H. 2006. Plant breeding and maize seed production at the Agricultural Engineering Department of the National University of Mexico (UNAM)", *In: book of poster abstracts. International Plant Breeding Symposium. Ed. Sophie Higman, Mexico, City, 20-25 august, 2006.*

Tadeo R., M., Espinosa C., A., Valdivia B., R., Gómez M., N., Sierra M., M. y Zamudio G., B. 2010. Vigor de las semillas y productividad de variedades de maíz. *Agronomía Mesoamericana. 2 (1): 31-38.*

ANEXOS

Cuadro 10. Comparación de medias de variables evaluadas en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de grano en la medida de dos localidades de Valles Altos, para las variables: mazorcas buenas, mazorcas malas, sanidad de mazorca, sanidad de planta, cobertura de mazorca, peso de 200 granos y longitud de mazorca.

GENOTIPO HIBRIDO	Mazorcas buenas (días)	Mazorcas malas (días)	Sanidad de mazorca	Sanidad de planta	Cobertura de mazorca	Peso de 200 granos	Longitud de mazorca
(505x554)	26a	9ab	8ab	9a	7abc	65abc	16ab
(505x408)	25abc	11ab	8ab	9a	8abc	53abcd	14abc
(504x408)	24abc	9ab	8ab	8a	8abc	50abcd	15abc
(501x408)	22abc	10ab	8ab	9a	8abc	51abcd	15abc
(505x410)	22abc	6b	9a	9a	9a	68 ^a	15abc
(504x410)	25ab	8ab	8ab	9a	8ab	66ab	16 ^a
(505x554)	23abc	7ab	8ab	9a	8abc	63abcd	14abc
(507x497)	22abc	12ab	8ab	8a	7abc	45d	14abc
(501x410)	18abc	11ab	8ab	9a	7abc	60abcd	14abc
(505x493)	23abc	11ab	8ab	8a	7abc	47bcd	15abc
(501x554)	21abc	12ab	8ab	8a	8abc	55abcd	14abc
(504x495)	25abc	10ab	8ab	9a	8abc	53abcd	16abc
(501x497)	20abc	12ab	8ab	8a	8abc	49abcd	14a
H-48	18abc	10ab	8ab	8a	8abc	65abc	14abc
(504X555)	18abc	16a	8ab	9a	7bc	64abcd	15abc
(504X497)	21abc	14ab	8ab	8a	7abc	52abcd	16abc
(505X555)	21abc	10ab	8ab	7a	8abc	63abcd	15abc
(505X495)	25abc	8ab	8ab	8a	8abc	46cd	15abc
(501X495)	20abc	11ab	8ab	8a	8abc	47bcd	15abc
(505X497)	18abc	10ab	8ab	8a	7abc	49abcd	14abc
(501X405)	21abc	8ab	8ab	8a	8abc	60abcd	15abc
H-33	15bc	12ab	8ab	8a	7bc	60abcd	13c
(507X493)	21abc	11ab	7b	8a	6c	57abcd	15abc
(501X555)	15c	11ab	8ab	8a	7abc	53abcd	13bc
D.H.S. (0.05)	10.23	9.97	1.52	1.71	1.67	19.95	3.35

Cuadro 11. Comparación de medias de variables evaluadas en la capacidad productiva de híbridos trilineales de maíz amarillo de grano en la medida de dos localidades de Valles Altos, para las variables: hileras por mazorca, granos por hilera, diámetro de mazorca, diámetro del olote, granos por mazorca, % de materia seca y % de grano.

GENOTIPO HIBRIDO	Hileras por mazorca	Granos por hilera	Diámetro de mazorca	Diámetro del olote	Granos por mazorca	%Materia seca	%Grano
(505x554)	16ab	28a	4.3a	2.2bcd	438a	79abc	87a
(505x408)	16ab	30a	4.3a	2.7abcd	475a	80abc	84bcd
(504x408)	17ab	29a	4.3a	2.5abcd	473a	79abc	86abcd
(501x408)	17ab	32a	4.3a	2.4abcd	544a	78abc	85abcd
(505x410)	16ab	28a	4.2a	2.6abcd	440a	77abc	83d
(504x410)	16ab	30a	4.5a	2.8abc	459a	73bcd	83d
(505x554)	15b	29a	4.4a	2.1cd	423a	75abc	85abcd
(507x497)	17ab	29a	4.1a	2.5abcd	504a	83ab	86abc
(501x410)	17ab	28a	4.6a	2.8abc	492a	75abcd	84bcd
(505x493)	16ab	29a	3.9a	2.5abcd	476a	85a	85abcd
(501x554)	17ab	31a	4.5a	2.5abcd	520a	74abc	83d
(504x495)	16ab	30a	4.0a	2.6abcd	463a	85abc	86abcd
(501x497)	18ab	28a	4.2a	2.5abcd	505a	81abc	86abcd
H-48	17ab	28a	4.7a	2.5abcd	491a	76abc	86abc
(504X555)	17ab	27a	4.5a	2.8abcd	471a	76abc	83cd
(504X497)	17ab	27a	4.1a	2.2abcd	461a	78abc	84bcd
(505X555)	16ab	28a	4.6a	2.7abcd	457a	76abcd	84bcd
(505X495)	16ab	31a	4.0a	2.5abcd	474a	82ab	85abcd
(501X495)	18ab	31a	4.2a	2.4abcd	550a	79abc	87ab
(505X497)	17ab	28a	3.9a	2.3abcd	477a	81abc	84bcd
(501X405)	18ab	29a	4.6a	2.9a	502a	75abcd	84bcd
H-33	18a	27a	4.6a	2.1d	483a	81abc	85abcd
(507X493)	15b	29a	4.1a	2.4abcd	436a	71cd	85abcd
(501X555)	17ab	26a	4.0a	2.9ab	453a	65d	84bcd
D.H.S.(0.05)	3.12	6.78	0.87	0.70	154	10.52	3.06

Cuadro 12. Variables evaluadas en 22 híbridos trilineales de maíz amarillo y dos híbridos comerciales a través de dos localidades de Valles Altos, para las variables: mazorcas buenas, mazorcas malas, sanidad de mazorca, sanidad de planta y cobertura de mazorca. Primavera – verano 2009.

Hibrido	Localidad	Mazorcas buenas	Mazorcas malas	Sanidad de mazorca	Sanidad de planta	Cobertura mazorca
(505x554)	FESC	18	13	7	8	6
	CEVAMEX	34	4	9	9	9
(505x408)	FESC	14	16	8	8	7
	CEVAMEX	35	5	9	9	9
(504x408)	FESC	19	3	8	8	7
	CEVAMEX	29	5	8	9	8
(501x408)	FESC	15	14	8	8	7
	CEVAMEX	30	6	9	9	8
(505x410)	FESC	17	9	8	9	7
	CEVAMEX	27	2	9	9	10
(504x410)	FESC	18	12	7	9	7
	CEVAMEX	33	4	9	9	9
(505x554)	FESC	20	12	8	9	7
	CEVAMEX	25	2	9	9	9
(507x497)	FESC	14	19	7	7	6
	CEVAMEX	25	5	8	8	8
(501x410)	FESC	9	16	7	8	6
	CEVAMEX	25	5	9	9	8
(505x493)	FESC	12	17	7	8	6
	CEVAMEX	34	4	8	9	8
(501x554)	FESC	14	2	8	8	6
	CEVAMEX	28	2	9	9	9
(504x495)	FESC	16	16	8	8	6
	CEVAMEX	34	4	9	9	8
(501x497)	FESC	9	17	7	8	7
	CEVAMEX	30	7	8	8	8
(504x555)	FESC	9	24	7	9	5
	CEVAMEX	27	9	8	9	8
(504x497)	FESC	18	23	7	8	6
	CEVAMEX	34	4	8	9	8
(505x555)	FESC	11	17	7	8	6
	CEVAMEX	31	4	9	10	9
(505x495)	FESC	14	13	7	8	7
	CEVAMEX	35	2	9	9	8
(501x495)	FESC	14	15	8	8	7
	CEVAMEX	26	7	8	8	8
(505x497)	FESC	9	14	7	8	6
	CEVAMEX	27	5	8	9	8
(501x405)	FESC	16	13	8	8	7
	CEVAMEX	26	3	9	8	9
H-33	FESC	10	15	7	8	6
	CEVAMEX	20	9	8	8	7
(507x493)	FESC	12	18	7	8	6
	CEVAMEX	29	4	8	8	7
(501x5559)	FESC	9	14	7	8	6
	CEVAMEX	21	7	8	8	8

Cuadro 13. Variables evaluadas en 22 híbridos trilineales de maíz amarillo y dos híbridos comerciales de grano a través de dos localidades de Valles Altos, para las variables: peso de 200 granos, longitud e mazorca, hileras por mazorca, granos por hileras y diámetro de mazorca. Primavera – verano 2009.

HIBRIDO	LOCALIDAD	Peso de 200 granos	Longitud de mazorca	Hileras por mazorca	Granos por hileras	Diámetro de mazorca
(505x554)	FESC	62.6	13	17	25	4.4
	CEVAMEX	46.3	19	15	31	4.3
(505x408)	FESC	52.0	13	16	30	4.3
	CEVAMEX	54.0	15	16	31	4.3
(504x408)	FESC	48.6	14	17	28	4.2
	CEVAMEX	51.0	15	16	30	4.3
(501x408)	FESC	48.6	14	17	29	4.4
	CEVAMEX	52.6	16	17	35	4.3
(505x410)	FESC	68.6	14	16	25	3.8
	CEVAMEX	67.6	16	16	31	4.6
(504x410)	FESC	62.0	15	17	27	4.5
	CEVAMEX	70.3	18	15	33	4.6
(505x554)	FESC	66.6	13	15	28	4.5
	CEVAMEX	58.3	15	14	30	4.3
(507x497)	FESC	49.3	13	16	25	4.2
	CEVAMEX	40.3	15	18	32	4.0
(501x410)	FESC	62.6	14	17	27	4.6
	CEVAMEX	58.0	15	18	30	4.6
(505x493)	FESC	48.0	14	16	26	3.9
	CEVAMEX	46.0	16	17	32	4.0
(501x554)	FESC	51.3	13	17	30	4.5
	CEVAMEX	59.0	15	16	32	4.6
(504x495)	FESC	56.0	15	16	26	4.1
	CEVAMEX	49.0	16	15	33	4.0
(501x497)	FESC	47.3	13	17	23	4.2
	CEVAMEX	51.3	15	19	33	4.3
(504x555)	FESC	60.6	14	17	24	4.4
	CEVAMEX	66.6	17	18	29	4.6
(504x497)	FESC	52.6	15	17	27	4.2
	CEVAMEX	51.3	16	17	28	4.0
(505x555)	FESC	58.0	12	15	22	4.3
	CEVAMEX	67.6	19	17	37	5.0
(505x495)	FESC	46.0	14	16	27	4.0
	CEVAMEX	45.6	17	15	34	4.0
(501x495)	FESC	49.3	14	18	27	4.4
	CEVAMEX	45.0	16	17	35	4.0
(505x497)	FESC	50.6	12	17	24	3.9
	CEVAMEX	46.3	16	17	33	4.0
(501x405)	FESC	45.3	14	17	23	4.6
	CEVAMEX	54.3	15	18	32	4.6
H-33	FESC	62.6	12	19	25	4.6
	CEVAMEX	56.6	14	18	29	4.6
(507x493)	FESC	52.0	14	16	27	4.2
	CEVAMEX	61.6	16	14	30	4.0
(501x5559)	FESC	52.0	11	17	21	3.7
	CEVAMEX	54.6	14	18	31	4.3

Cuadro 14. Variables evaluadas en 22 híbridos trilineales de maíz amarillo y dos híbridos comerciales de grano a través de dos localidades de Valles Altos, para las variables: diámetro del olote, granos por mazorca, % de materia seca y % de grano. Primavera – verano 2009.

HIBRIDO	LOCALIDAD	Diámetro del olote	Granos por mazorca	% Materia seca	% Grano
(505x554)	FESC	2.5	420	75	88
	CEVAMEX	2.0	455	83	87
(505x408)	FESC	2.5	463	74	86
	CEVAMEX	3.0	486	85	83
(504x408)	FESC	2.4	468	74	87
	CEVAMEX	2.6	479	84	84
(501x408)	FESC	2.6	498	71	87
	CEVAMEX	2.3	589	83	83
(505x410)	FESC	2.6	372	74	84
	CEVAMEX	2.6	507	80	82
(504x410)	FESC	2.7	461	66	85
	CEVAMEX	3.0	457	80	81
(505x554)	FESC	2.3	422	71	87
	CEVAMEX	2.0	423	80	84
(507x497)	FESC	2.4	414	81	87
	CEVAMEX	2.6	594	85	86
(501x410)	FESC	2.7	443	69	85
	CEVAMEX	3.0	541	81	82
(505x493)	FESC	2.1	414	83	86
	CEVAMEX	3.0	538	86	84
(501x554)	FESC	2.8	519	73	84
	CEVAMEX	2.3	520	82	81
(504x495)	FESC	2.5	421	75	86
	CEVAMEX	2.6	506	86	85
(501x497)	FESC	2.5	398	77	87
	CEVAMEX	2.6	611	84	85
(504x555)	FESC	2.6	421	69	83
	CEVAMEX	2.0	521	82	83
(504x497)	FESC	2.5	443	72	85
	CEVAMEX	2.0	479	85	83
(505x555)	FESC	2.5	330	71	87
	CEVAMEX	3.0	330	80	81
(505x495)	FESC	2.7	421	79	86
	CEVAMEX	2.3	527	86	83
(501x495)	FESC	2.6	505	75	87
	CEVAMEX	2.3	596	84	86
(505x497)	FESC	2.3	408	76	85
	CEVAMEX	2.3	545	86	83
(501x405)	FESC	2.9	423	69	87
	CEVAMEX	3.0	580	81	82
H-33	FESC	2.2	460	77	87
	CEVAMEX	2.0	580	85	84
(507x493)	FESC	2.4	435	60	86
	CEVAMEX	2.3	506	81	84
(501x5559)	FESC	2.8	351	47	85
	CEVAMEX	3.0	555	84	84