

RENDIMIENTO DE VARIEDADES PRECOCES DE MAÍZ GRANO AMARILLO PARA VALLES ALTOS DE MÉXICO¹

Alejandro Espinosa-Calderón², Margarita Tadeo-Robledo³, Antonio Turrent-Fernández², Mauro Sierra-Macías⁴, Noel Gómez-Montiel⁵, Benjamín Zamudio-González²

RESUMEN

Rendimiento de variedades precoces de maíz grano amarillo para Valles Altos de México. En este trabajo se estableció como objetivo determinar la capacidad productiva de variedades de grano amarillo desarrolladas en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESC-UNAM) y en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria (INIFAP). Fueron establecidos, dos experimentos uniformes, uno en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX), en Santa Lucía de Prías y otro en la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán, de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESC-UNAM), en comparación con un testigo comercial de grano blanco y dos testigos de grano amarillo; ambos se sembraron en la segunda quincena de junio de 2010. Se evaluaron trece variedades, en un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones. El mayor rendimiento medio se obtuvo en CEVAMEX (5887 kg/ha), el cual fue superior al obtenido en FESC-UNAM (3799 kg/ha). En el grupo de mayor rendimiento de grano se ubicaron las variedades ORO ULTRA UNAM C (6913 kg/ha), V-55 A (6284 kg/ha), V-53 A (6035 kg/ha) y V-54 A (5405 kg/ha).

Palabras clave: *Zea mays* L., variedades de polinización libre, producción de semillas, secano, siembras tardías.

ABSTRACT

Grain yield of maize varieties with yellow endosperm and earliness for Mexican highlands. The objective in this work was to evaluate the grain yield capacity of yellow grain maize varieties developed in The Cuautitlan Faculty of Superior Studies, of the Autonomous National University of Mexico (FESC-UNAM), and the National Institute for Forestry, Agricultural and Livestock, Research (INIFAP). Two experiments were planted in two locations; one in the CEVAMEX, in Saint Lucia of Prias and another at the FESC-UNAM, compared to white grain and yellow commercial control groups; both were planted mid June, 2010. Thirteen maize varieties were evaluated in each experiment under a randomized complete block design with three replications. The site of CEVAMEX had the best grain yielding, 5887 kg/ha, and was superior ($p \leq 0.05$) to the experiment of FESC-UNAM (3799 kg/ha). The best grain yielding varieties were ORO ULTRA UNAM C (6913 kg/ha), V-55 A (6284 kg/ha), V-53 A (6035 kg/ha) and A V-54 (5405 kg/ha).

Key words: *Zea mays* L., Open-pollinated varieties, seed production, rain-fed, late planting.

¹ Recibido: 19 de junio, 2012. Aceptado: 1 de abril, 2013. Este trabajo es parte del proyecto de investigación PAPIIT: IT201312-3, UNAM, México.

² Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km 13.5 Carretera Los Reyes – Texcoco. C.P. 56250, Coatlínchan, Texcoco, Estado de México, México. Tel. (595) 92 1 26 57 y 595 92 1 27 26 extensiones: 201 y 184. espioale@yahoo.com.mx, aturrent37@yahoo.com.mx, bzamudiog@yahoo.com.mx

³ Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, FESC-UNAM. México. Carretera Cuautitlán – Teoloyucán, Km 2.5, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. C.P. 54714, TelFax: (55) 56231971. tadeorobledo@yahoo.com (Autora para correspondencia).

⁴ Campo Experimental Cotaxtla, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México. mauro_s55@hotmail.com

⁵ Campo Experimental Iguala, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México. noelorando19@hotmail.com



INTRODUCCIÓN

En México se cultivan anualmente 8,5 millones de hectáreas de maíz, con una producción nacional de 22,5 millones de toneladas y una media de 2,8 t/ha; cada año se importan siete millones de toneladas de grano entero de maíz amarillo y tres millones de grano quebrado, por lo que se requiere incrementar la producción de este tipo de maíz (Turrent 1994, Ortíz-Cereceres *et al.* 2007, Turrent 2009). De la superficie cultivada nacional, 1,5 millones de hectáreas se ubican en altitudes de 2200 a 2600 msnm, en los Valles Altos de la Mesa Central, 800 mil se cultivan en temporal estricto, el cual generalmente se presenta en forma tardía, lo que limita la fecha de siembra y con ello la productividad del cultivo. En el estado de México, de las 600 mil hectáreas que se siembran con maíz se estima que en 300 mil la productividad es muy baja (1,2 t/ha), por el temporal escaso y fecha de siembra tardía, que frecuentemente coincide con la incidencia de heladas tempranas (Avila *et al.* 2009, Espinosa *et al.* 2010).

En México existe la intención de incrementar la producción de maíz de grano amarillo, ya que la demanda anual 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 plantas integradas, 2,2 para el sector pecuario plantas independientes, 3,9 para otros consumos del sector agropecuario, es decir, lo que se importa como maíz quebrado. En la industria a partir del grano amarillo se genera almidón, glucosa, alta fructosa, gluten, fibra, sorbitol (jarabe), aceites, maltodextrinas, color caramelo, dextrosa, proteínas. La situación anterior, se considera que puede ser aún más grave en un futuro, por la fuerte demanda para el uso de maíz en la elaboración de etanol en los EE. UU. El precio internacional de maíz se mantendrá elevado y muy probablemente se incrementará (Ortíz-Cereceres *et al.* 2007, Espinosa *et al.* 2009a, Espinosa *et al.* 2009b). El uso de semilla mejorada es un elemento clave en muchos países en desarrollo para alcanzar niveles competitivos en la producción, puesto que a través de ellas se puede aprovechar al máximo las condiciones ambientales disponibles y optimizar los insumos usados en el proceso de producción de una región dada. Se ha señalado que una semilla mejorada contribuye hasta con un 60% del rendimiento final, lo cual indica que es un insumo

fundamental para lograr una buena producción (Ortíz-Cereceres 2007, Espinosa *et al.* 2008).

Una opción para atender esta demanda y aminorar las dificultades por las condiciones limitantes del temporal, lo representa el uso de variedades de grano amarillo de ciclo corto, que aprovechen las condiciones agroclimáticas disponibles; sin embargo, es limitada la oferta de este tipo de variedades, por lo general se usan criollas. Una variedad mejorada liberada fue V-26 A (Cuapixtla), pero no se utiliza comercialmente en la actualidad, ya que se cerró la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), quien la incrementaba y distribuía, la otra variedad denominada Amarillo Zanahoria, liberada por ICAMEX en 1990, tampoco se comercializa porque no tiene demanda entre los productores y tenía limitaciones, como acame y bajo rendimiento (Espinosa *et al.* 2010, Espinosa *et al.* 2011).

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 *et al.* 2004). En forma similar en los últimos años en el INIFAP, se han promovido tres variedades de grano amarillo de ciclo precoz denominadas V-53 A, V-54 A, V-55 A, las dos últimas ya están inscritas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) (Espinosa *et al.* 2008, Espinosa *et al.* 2009a, Espinosa *et al.* 2009b, Espinosa *et al.* 2010, Espinosa *et al.* 2011). En estos casos, las variedades han mostrado rendimientos aceptables en siembras retrasadas, por lo que en este trabajo se estableció como objetivo determinar la capacidad productiva de variedades de maíz grano amarillo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo primavera-verano 2010, se establecieron dos experimentos, uno ubicado en Santa Lucía de Prías, Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el municipio de Texcoco, Estado de México, a una altitud de 2 240 m, el cual tiene un clima C(Wo)(w)b(i')g; o clima templado con lluvias en verano, el más seco de los subhúmedos, con veranos frescos y prolongados, con temperaturas, medias anuales entre 12 y 18°C; la

oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es de 5 a 7°C (García 2004). El otro experimento se ubicó en el Rancho Almaráz de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC), Campo 4, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en los 99° 11' 42" LW y 19° 41' 35" LN, y a una altitud de 2274 msnm. El clima de Cuautitlán se clasifica como C(W0)(W)b (i''), denominado templado subhúmedo, el más seco de los templados sub-húmedos, con una temperatura media anual de 14,8°C con un régimen de lluvia en verano y menos del 5% de lluvias en invierno, poca oscilación térmica y una precipitación anual promedio histórico de 609,2 mm (García 2004).

En cada ensayo se evaluaron trece variedades procedentes del INIFAP y la FESC-UNAM, como se muestra en el Cuadro 1. Entre las variedades de grano amarillo, cuatro de ellas proceden del INIFAP, seis de la FESC-UNAM, una variedad testigo procede del ICAMEX, otra corresponde a un maíz nativo y se utilizó el testigo comercial de grano blanco, de mayor uso en los Valles Altos (González *et al.* 2008). En los dos experimentos la densidad de población fue de 45 000 plantas/ha, recomendada para este tipo de siembras, la parcela experimental constó de un surco de 5 m de largo por 80 cm de ancho, lo que dio un total de 4 m² como parcela útil. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Los experimentos se manejaron bajo condiciones de secano, humedad que procede de la precipitación, en ambos casos las siembras fueron en el mes de junio de 2010, lo que se considera una fecha de siembra retrasada.

El manejo agronómico de los experimentos se llevó a cabo aplicando el tratamiento fertilizante de 80-40-00, al momento de hacer el surcado, para lo cual se emplearon como fuentes: nitrato de amonio para nitrógeno y superfosfato de calcio triple para fósforo. Para el control de malezas se aplicó herbicida en dos ocasiones: la primera, un día después de la siembra, con la mezcla de 1 l de 2,4 D Amina y 2 kg de Atrazina, por hectárea; la segunda aplicación fue 20 días después de la siembra, con una mezcla de 1 l de Nicosulfuron más 0,5 l de 2,4 D Amina y 2 kg de Atrazina, por hectárea. La preparación del terreno se realizó de forma mecánica y consistió en barbecho, rastreo, cruza y surcado a 80 cm. La siembra se realizó, para ambos experimentos, en la segunda quincena de junio de 2010, para el CEVAMEX fue el 21 de junio de 2010

Cuadro 1. Variedades mejoradas de maíz de grano amarillo y testigos evaluados en dos ambientes de Valles Altos, México. Ciclo primavera – verano 2010.

Variedad	Color de grano	Institución de procedencia	Ciclo vegetativo
V-53 A	Amarillo	INIFAP	Precoz
V-54 A	Amarillo	INIFAP	Precoz
V-55 A	Amarillo	INIFAP	Precoz
OU 3C	Amarillo	FESC-UNAM	Precoz
OU 2C	Amarillo	FESC-UNAM	Precoz
OU 1C	Amarillo	FESC-UNAM	Precoz
O PLUS 1D	Amarillo	FESC-UNAM	Precoz
O PLUS 2D	Amarillo	FESC-UNAM	Precoz
O ULTRA UNAM C	Amarillo	FESC-UNAM	Precoz
Amar. Zanahoria (Testigo 1)	Amarillo	ICAMEX	Precoz
V 26 A	Amarillo	INIFAP	Precoz
Criollo Amarillo (Testigo 3)	Amarillo	Maíz nativo	Precoz
H 48 AE (Testigo blanco)	Blanco	INIFAP	Intermedio

y el 23 de junio de 2010 para la FESC-UNAM, en las dos localidades, la siembra se efectuó a tapa pie depositando dos semillas por mata cada 50 cm, posteriormente se aclareó para obtener la densidad de población planeada, es decir 45 000 plantas por hectárea.

La cosecha se realizó de forma manual en la segunda quincena de noviembre de 2010, se recolectaron todas las mazorcas por parcela. En una muestra representativa de cinco mazorcas, se tomaron los datos de porcentaje de humedad del grano, obtenida a través de un determinador de humedad eléctrico tipo Stenlite, anotándose para cada parcela, el valor de % de materia seca, al restar a cien, la humedad determinada, el valor de % de materia seca osciló de 86 a 88%; porcentaje de grano/olote, el cual se obtuvo al desgranar cinco mazorcas recién cosechadas y definir el cociente de peso de grano entre peso de grano más olotes; los datos de las variables longitud de mazorca, hileras por mazorca y granos por hilera, se tomaron de cinco mazorcas, y se obtuvo al final un promedio. Previamente, en cinco

plantas por parcela, en campo se midieron las variables días a floración masculina, cuando el 50% de las plantas de la parcela liberaban polen, días a floración femenina, cuando el 50% de las plantas, en la parcela habían expuesto los estigmas, en por lo menos tres centímetros; altura de planta, tomada en cinco plantas de la base del tallo al nudo de inserción de la espiga; altura de mazorca de la base del tallo al nudo de inserción de la mazorca superior.

Para calcular el rendimiento de grano se aplicó la fórmula:

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

donde:

P.C. = peso de campo del total de mazorcas cosechadas por parcela expresado en kilogramos.

% MS = porcentaje de materia seca; calculado con base en la muestra de grano de cinco mazorcas recién cosechadas.

% G = porcentaje de grano, obtenido como el cociente peso de grano/peso de mazorca.

F.C.= Factor de conversión para obtener rendimiento por ha, se obtiene al dividir 10 000 m²/tamaño de la parcela útil en m² (4 m²).

8600 = es un valor constante, que permite estimar el rendimiento con una humedad uniforme del 14%, que es a la cual se manejan las semillas en forma comercial.

El diseño de campo fue en bloques completos al azar, con tres repeticiones. Para el análisis estadístico de los datos de las diversas variables, se utilizó el Statistical Analysis Systems (SAS Institute Inc. 1996). El análisis se realizó combinando las dos localidades, considerando como fuentes de variación la localidad, los genotipos y la interacción genotipos x localidad. La comparación de medias se hizo con la prueba de Tukey a 0,05 de probabilidad de error ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza combinado de los dos experimentos, CEVAMEX y FESC, para rendimiento se detectó diferencias altamente significativas para variedades y localidades, no así para la interacción variedades x localidades, lo cual señala que existe una respuesta similar de las variedades en las dos localidades de evaluación, lo que es explicable ya que los dos

ambientes se condujeron bajo condiciones de temporal y aún cuando están distantes, ambas localidades se ubican en una altitud similar, diferente a lo que se reporta en otros trabajos (Espinosa *et al.* 2009, Espinosa *et al.* 2010, Espinosa *et al.* 2011, Espinosa *et al.* 2012). La media del rendimiento de los dos ambientes fue de 4843 kg/ha y el coeficiente de variación de 16,4%. Para el factor de variación localidades, se detectaron diferencias altamente significativas para floración masculina, altura de planta y de mazorca; en cambio para la variable floración femenina hubo diferencia significativa y las variables longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera y por mazorca, no se detectaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 2). En variedades se detectaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$); para las variables floración masculina y femenina, altura y longitud de mazorca; en cambio en el resto de las variables no se presentaron diferencias significativas (Cuadro 2).

En la comparación de medias para localidades, el mejor rendimiento medio correspondió al ambiente de CEVAMEX, con 5887 kg/ha, el cual fue estadísticamente superior al obtenido en la FESC-UNAM, el menor rendimiento medio de este último ambiente de evaluación, se debió principalmente a la distribución diferencial de la precipitación pluvial. Aunque ambos experimentos se sembraron en fechas muy atrasadas, el número de días en que ocurrió la floración masculina y femenina en la localidad de CEVAMEX fue significativamente menor que el de la FESC-UNAM, lo cual se debió principalmente a que en el primer ambiente las variedades de maíz amarillas evaluadas al ser precoces, tuvieron ciertas ventajas para completar su ciclo, lo que se confirmó al obtener rendimientos aceptables; como se ha señalado en trabajos previos (Espinosa *et al.* 2009a, Espinosa *et al.* 2009b, Espinosa *et al.* 2012).

En las variables altura de planta y de mazorca, los valores fueron superiores y diferentes significativamente en la localidad CEVAMEX, con respecto a la localidad de la FESC-UNAM (Cuadro 3), lo cual confirma el mayor potencial que tiene el ambiente de CEVAMEX. En la longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera y por mazorca, se obtuvieron valores promedio estadísticamente similares en ambas localidades (Cuadro 3).

En el factor variedades (Cuadro 4), de acuerdo con la prueba Tukey al 0,05, los genotipos Oro Ultra UNAM C, V-55 A, V-53 A y V-54 A se ubicaron en

Cuadro 2. Cuadros medios y significancia estadística de diferentes variables de maíz de grano amarillo de ciclo precoz en dos ambientes de Valles Altos, México. Primavera – verano 2010.

Variabes	Variedad	Localidad	Variedad x localidad	C.V. (%)	Media
Rendimiento	10 792 794,4**	85 001 525,2**	851 157,3	16,4	4843
Floración masculina	158,01**	136,01**	14,70**	1,2	71
Floración femenina	186,85**	184,61*	45,44	7,7	71
Altura planta	0,0708	7,632**	0,096	9,9	2,3
Altura mazorca	0,0654**	0,4462**	0,0354	11,0	1,1
Long. mazorca	3,040**	1,846	3,207**	6,3	13,2
Hileras/mazorca	3,940	0,628	1,794	10,5	14,1
Granos/hilera	9,059	4,628	6,850	6,9	28
Granos/mazorca	3922,9	14,82	6983,3	17,2	386

*, **= significancia estadística a 0,05 y 0,01 de probabilidad de error, respectivamente; CV= coeficiente de variación.

Cuadro 3. Comparación de medias por localidad en las variables evaluadas de maíz de grano amarillo de ciclo precoz para Valles Altos, México. Primavera – verano 2010.

Variable	Localidad 1 CEVAMEX	Localidad 2 FESC-UNAM	D.S.H. (0,05)
Rendimiento de grano (kg/ha)	5887 a	3799 b	361
Floración masculina (días)	70 b	72 a	0,4
Floración masculina (días)	71 b	73 a	0,4
Altura de planta (m)	2,6 a	1,9 b	0,1
Altura de mazorca (m)	1,2 a	1,0 b	0,05
Longitud mazorca (cm)	13,3 a	13,0 a	0,4
Hileras mazorca	14 a	14 a	0,6
Granos/hilera	27 a	28 a	0,8
Granos/mazorca	386 a	387 a	30

Medias con letras iguales en el sentido de las filas no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05).

el grupo superior de rendimiento de grano; estas dos últimas variedades fueron recientemente inscritas por el INIFAP ante el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), por lo que ya se puede obtener semilla certificada para el abastecimiento de productores de Valles Altos (Espinosa *et al.* 2009a, Espinosa *et al.* 2009b, Espinosa *et al.* 2010). El rendimiento de

grano de Oro Ultra UNAM C, fue estadísticamente superior al del híbrido H-48 AE, el cual es uno de los maíces comerciales de grano blanco de mayor uso en los Valles Altos en su versión fértil (González *et al.* 2008). Las cuatro variedades de grano amarillo mas productivas también superaron el rendimiento de los testigos Criollo Amarillo, Amarillo Zanahoria y V-26

Cuadro 4. Comparación de medias para variedades de maíz de polinización libre en diversas variables evaluadas en dos ambientes de Valles Altos, México. Primavera – verano 2010.

Variedad	Rend. (kg/ha)	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Longitud de mazor- ca (cm)	Hileras por ma- zorca (cm)	Granos por hilera	Granos por mazorca
O ULTRA UNAM C	6913 a	69 def	70 bc	2,3 a	1,1 abc	13,7 ab	14 ab	29 ab	421 a
V 55 A	6284 ab	69 def	70 bc	2,4 a	1,2 ab	13,8 a	14 ab	28 ab	382 a
V 53 A	6035 ab	71 d	64 c	2,4 a	1,2 abc	13,3 ab	14 ab	28 ab	391 a
V-54 A	5406 ab	70 de	71 bc	2,4 a	1,1 abc	13,0 abc	13 ab	27 ab	355 a
OU 1C	5270 b	69 def	70 bc	2,1 a	1,0 bc	12,8 abc	16 a	27 ab	420 a
H 48 AE	5220 b	76 b	77 ab	2,4 a	1,3 a	13,5 ab	16 ab	29 a	413 a
OU 2C	5091 b	69 def	70 bc	2,2 a	1,0 bc	13,7 ab	14 ab	29 ab	400 a
O PLUS 1D	4850 b	68 efg	69 bc	2,2 a	0,9 c	13,8 ab	14 ab	27 ab	381 a
OU 3C	4785 b	69 def	70 bc	2,5 a	1,0 bc	13,8 a	15 ab	28 ab	376 a
O PLUS 2D	4710 bc	68 fg	69 bc	2,2 a	1,0 bc	13,1 abc	14 ab	28 ab	402 a
Criollo Amarillo	3153 cd	86 a	87 a	2,2 a	1,0 bc	13,7 ab	14 ab	27 ab	388 a
Amarillo Zanahoria	3033 d	67 g	69 bc	2,2 a	1,0 c	11,5 c	13 b	26 b	335 a
V 26 A	2208 d	74 c	75 b	2,2 a	1,0 bc	12,0 bc	14 ab	26 ab	364 a
D.S.H. (0,05)	1597	2	11	0,5	0,2	1,6	3	4	133

Medias con letras iguales en el sentido de las columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05).

OU 3C: Oro Ultra 3C; OU U C: Oro Ultra UNAM C; OP 2D: Oro Plus 2D; OU 1C: Oro Ultra 1C; OU 2C: Oro Ultra 2C.

A, además de presentar de cinco a siete días antes su floración masculina y femenina, con relación a H-48 AE, que es un híbrido de ciclo intermedio. La variedad que mostró el ciclo más tardío en floración masculina y femenina fue Criollo Amarillo. El híbrido testigo H-48 AE presentó la mayor altura de mazorca, en cambio, en los testigos amarillos (Criollo Amarillo, Amarillo Zanahoria y V-26 A), la altura de mazorca fue similar al resto de los materiales. La variedad V-55 A, mostró el valor más elevado en longitud de mazorca y el menor valor correspondió a la variedad testigo Amarillo Zanahoria (Cuadro 4). Las floraciones masculina y femenina observadas permitió confirmar la precocidad de las variedades en evaluación, lo que otorga una ventaja importante para los productores que siembran en fechas retrasadas (Espinosa *et al.* 2010).

La variedad comercial Amarillo Zanahoria que fue liberada comercialmente por el ICAMEX, en 1990 (Espinosa *et al.* 2010), fue superada; esto es importante ya que la cantidad de semilla disponible es limitada; por otra parte, es importante mencionar que hay disponibilidad de semilla comercial de las variedades que la superaron, lo cual facilita su uso extensivo en los siguientes ciclos. En las variables altura de planta y granos por mazorca, no se detectaron diferencias significativas, en el resto de las otras variables si hubo significancia (Cuadro 3).

De acuerdo a los resultados de este estudio, en fechas de siembra muy similares, en el ambiente CE-VAMEX, se obtuvo el mayor rendimiento de grano promedio (5887 kg/ha), significativamente superior al de la FESC-UNAM (3799 kg/ha).

Las variedades Oro Ultra UNAM C, V-55 A, V-53 A y V-54 A, exhibieron rendimientos de grano superiores estadísticamente a Amarillo Zanahoria, Criollo amarillo y V-26 A, por lo que pueden representar una opción comercial en los Valles Altos de México.

Las cuatro variedades de grano amarillo de mayor rendimiento, fueron similares en precocidad, floración masculina y femenina, a la variedad testigo Amarillo Zanahoria y más precoz que la variedad comercial de grano blanco H 48 AE.

LITERATURA CITADA

- Avila, M; Arellano, J; Virgen, J; Gámez, J. 2009. H-52 híbrido de maíz para Valles Altos de la Mesa Central de México. *Agricultura Técnica en México* 35(2):237-240.
- Espinosa, A; Tadeo, M; Turrent, A; Gómez, N; Sierra, M; Palafox, A; Caballero, F; Valdivia, R; Rodríguez, F. 2008a. 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, A; Tadeo, M; Martínez, R; Gómez, N; Sierra, M; Virgen, J; Palafox, A; Vázquez, G; Salinas, Y. 2009a. V-53A: Variedad mejorada de polinización libre de grano amarillo para Valles Altos de México. *Memoria técnica Número 10. 9ª Expo Nacional de Maquinaria Agrícola. INIFAP Campo experimental Valle de México*. p. 41-42.
- Espinosa, A; Tadeo, M; Martínez, R; Gómez, N; Sierra, M; Virgen, J; Palafox, A; Caballero, F; Vázquez, G; Salinas, Y. 2009b. V-55A: Variedad mejorada de polinización libre de grano amarillo para Valles Altos de México. *Memoria Técnica Número 10. 9ª Expo Nacional de Maquinaria Agrícola. INIFAP Campo Experimental Valle de México*. p. 46-46.
- Espinosa, A; Tadeo, M; Gómez, N; Sierra, M; Virgen, J; Palafox, A; Caballero, F; Vázquez, G; Rodríguez, F; Valdivia, R. 2010. V-54 A, nueva variedad de maíz de grano amarillo para siembras de temporal retrasado en los Valles Altos de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1(4):677-680.
- Espinosa, A; Tadeo, M; Gómez, N; Sierra, M; Virgen, J; Palafox, A; Caballero, F; Vázquez, G; Rodríguez, F; Valdivia, R; Arteaga, I; González, I. 2011. V-55 A, variedad de maíz de grano amarillo para los Valles Altos de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 34(2):149-150.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto Nacional de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 246 p.
- González, A; Islas, J; Espinosa, A; Vázquez, A; Wood S. 2008. Impacto económico del mejoramiento genético del maíz en México: híbrido H-48. *Publicación Especial No. 25. INIFAP. México, D. F.* 88 p.
- Ortiz-Cereceres, J; Ortega-Paczka, R; Molina-Galan, J; Mendoza-Rodríguez, M; Mendoza-Castillo, C; Castillo-González, F; Muñoz-Orozco, A; Turrent-Fernández, A; Kato-Yamakake, TA. 2007. Análisis de la problemática de la producción nacional de maíz y propuestas de acción. Grupo Xilonen, Universidad Autónoma Chapingo - Colegio de Postgraduados-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Chapingo, México. 29 p.
- SAS Institute. 1996. *Statistical Analysis System User's guide*. SAS Institute. Cary. USA. 956 p.
- Tadeo, M; Espinosa, A; Valdivia, R; Gómez, N; Sierra, M; Zamudio, B. 2010. Vigor de las semillas y productividad de variedades de maíz. *Agronomía Mesoamericana* 21(1):31-38.
- Tadeo, M; Espinosa, A. 2004. Producción de semilla y difusión de variedades e híbridos de maíz de grano amarillo para Valles Altos de México. *Revista FESC Divulgación Científica Multidisciplinaria* 4(14):5-10.
- Tadeo, M; Espinosa, A; Martínez, R; Ganesan, S; Beck, D; Lothrop, J; Torres, L; Azpiroz, S. 2004. Puma 1075 y Puma 1076 híbridos de maíz de temporal para los Valles Altos de México (2200 a 2600 msnm). *Rev. Fitotecnia Mexicana* 27(2):211-212.
- Tadeo, M; Espinosa, A; Arteaga, I; Trejo, V; Sierra, M; Valdivia, R; Zamudio, B. 2012. Productividad de variedades precoces de maíz de grano amarillo para Valles Altos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(7):1417-1423.
- Turrent, FA. 1994. Plan de investigación del sistema maíz-tortilla en la región Centro. CIRCE, INIFAP, SARH, *Publicación especial núm. 12, Chapingo, México*. 55 p.
- Turrent, FA. 2009. El potencial productivo del maíz. *Ciencias* 92-93:126-129.

