

## RENDIMIENTO DE LAS GENERACIONES F<sub>1</sub> Y F<sub>2</sub> DE HÍBRIDOS TRILINEALES DE MAÍZ EN LOS VALLES ALTOS DE MÉXICO

### Grain yield of the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations of three-way maize hybrids in the high valleys of Mexico

A Espinosa-Calderón, M Tadeo-Robledo ✉, I Arteaga-Escamilla, A Turrent-Fernández, M Sierra-Macías, N Gómez-Montiel, A Palafox-Caballero, R Valdivia-Bernal, V Trejo-Pastor, E Canales-Islas

(AEC) (ATF) Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km. 13.5 Carr. Los Reyes-Textcoco. C.P. 56230, Coatlinchan, Textcoco, Estado de México. México. espinoale@yahoo.com.mx  
Teléfonos (595) 92 1 26 57 y 595 92 1 27 26 extensiones: 184 y 204

(MTR) Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Carr. Cuautitlán Teoloyucán, Km 2.5. C.P. 54714. Cuautitlán Izcalli, Estado de México. México. tadeorobledo@yahoo.com, Teléfono y Fax: (55) 56231971

(IAE) (VTP) (ECI) Becario CONACYT, Auxiliar Proyecto PAPIIT IN205908 FESC-UNAM

(MSM)(APC) Campo Experimental Cotaxtla, INIFAP

(NGM) Campo Experimental Iguala, INIFAP

(RVB) Universidad Autónoma de Nayarit

**Artículo recibido:** 6 de noviembre de 2010, **aceptado:** 8 de abril de 2012

**RESUMEN.** En México se usa 25 % de semilla mejorada de maíz y 75 % de semillas criollas ó variedades mejoradas acriolladas (generaciones avanzadas de híbridos). El precio de la semilla híbrida F<sub>1</sub>, es el más alto del mundo, esto limita un mayor uso, por lo que se emplea semilla obtenida de la propia parcela de híbridos, dado que en los Valles Altos los híbridos que se siembran en mayor superficie son H-50 y H-48, en este trabajo se estableció como objetivo definir la productividad de las generaciones F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> de los híbridos H-48, H-50, H-153, H-50 AE y H-47 AE, los cuales se evaluaron en el ciclo primavera-verano 2007 en dos experimentos; en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC) de la UNAM y en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX) del INIFAP. El análisis estadístico combinado detectó para rendimiento diferencias altamente significativas para localidades, genotipos, generaciones F<sub>1</sub>F<sub>2</sub>, así como para la interacción genotipos x generaciones F<sub>1</sub>F<sub>2</sub>. La media de rendimiento fue 8 560 kg ha<sup>-1</sup> y el coeficiente de variación fue 18.8 %. En CEVAMEX la media de rendimiento fue 10 053 kg ha<sup>-1</sup>, diferente estadísticamente a la FESC donde la media fue 7 069 kg ha<sup>-1</sup>. La generación F<sub>1</sub> en promedio rindió 9 985 kg ha<sup>-1</sup>, que representó 139.9 % con respecto a la generación F<sub>2</sub> que produjo 7 137 kg ha<sup>-1</sup>. Los resultados obtenidos ratifican que no es conveniente el uso de semilla de la generación F<sub>2</sub>, por el decremento en productividad ya que la diferencia en rendimiento justifica la adquisición de semilla nueva cada ciclo..

**Palabras clave:** Semilla mejorada, productividad, generación F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>, *Zea mays* L.

**ABSTRACT.** In Mexico, 25 % of improved maize seed and 75 % of native seed or improved native varieties (advanced generations of hybrids) are used. The price of the F<sub>1</sub> hybrid seed is the highest in the world, limiting its greater use, for which reason farmers use seeds from their own plots of hybrid seeds. In the high valleys of Mexico, the maize hybrids most planted are the H-50 and H-48. The purpose of this study was to determine the productivity of the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations of the hybrids H-48, H-50, H-153 H-50 AE and H-47 AE. They were evaluated during the 2007 Spring-Summer season in two experiments carried out at the Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC) of the UNAM and the experimental station Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX) of the INIFAP. With respect to yield, the combined statistical analysis detected highly significant differences for localities, genotypes and F<sub>1</sub>F<sub>2</sub> generations, as well as for the interaction genotypes x F<sub>1</sub>F<sub>2</sub> generations. Mean yield was 8 560 kg ha<sup>-1</sup> and the coefficient of variation was 18.8 %. The mean yield obtained at the CEVAMEX was 10 053 kg ha<sup>-1</sup>. This was statistically different from that recorded in the FESC where a mean of 7 069 kg ha<sup>-1</sup> was logged. The F<sub>1</sub> generation yielded 9 985 kg ha<sup>-1</sup> on average, which represented 139.9 % with respect to the F<sub>2</sub> generation that produced 7 137

kg ha<sup>-1</sup>. The results indicate that the use of F<sub>2</sub> generation seeds is not convenient due to a decrease in productivity, and that the difference in yield justifies acquiring new seeds every season.

**Key words:** Improved seed, productivity, generations F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations, *Zea mays* L.

## INTRODUCCIÓN

En México se emplea alrededor del 25 % de semilla mejorada de maíz (Espinosa-Calderón *et al.* 2009), y en contraste en los Valles Altos es del 6 % (Espinosa-Calderón *et al.*, 2004); en la superficie restante en el 75 % se utilizan semillas nativas (criollas) o variedades mejoradas acriolladas en diferentes formas. Una práctica común es sembrar semilla de generaciones avanzadas de híbridos, debido a que hay resistencia a comprar semilla nueva cada año (Ortiz & Espinosa 1991; Coutiño *et al.* 2004), en parte porque el precio de la semilla en México es el más elevado del mundo; 1000 semillas alcanzan un precio de 2.71 dólares, a diferencia de 1.34 dólares en Estados Unidos de Norteamérica (Espinosa *et al.* 2008; Espinosa *et al.* 2009). Lo anterior se ha agudizado por la distorsión del sistema de semillas en México por el cierre de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), incrementándose la participación de empresas privadas (Espinosa *et al.* 2003a), además los productores prefieren no depender de otras semillas, es decir controlar su manejo, como lo han hecho desde hace más de 330 generaciones (Boege 2009; Turrent & Espinosa 2006; Turrent 2009).

De esta manera se emplea con frecuencia semilla de segunda generación (F<sub>2</sub>), o aún semilla de generaciones más avanzadas obtenidas de la propia parcela o bien de agricultores vecinos que hayan comprado semilla mejorada (Coutiño *et al.* 2004; Martínez-Gómez *et al.* 2006). Lo anterior propicia un menor rendimiento (Ortiz & Espinosa 1991; Espinosa-Calderón *et al.* 1998; De León *et al.* 1998; Espinosa-Calderón *et al.* 2005), de ahí que, de acuerdo con Martínez-Gómez *et al.* (2006), la siembra de generaciones avanzadas se haya extendido en varias regiones maiceras de México (Ramírez *et al.* 1986; Coutiño *et al.* 2004; Espinosa-Calderón *et al.* 2005).

La reducción del rendimiento de la generación F<sub>2</sub> puede depender de la estructura y conformación de cada híbrido (trilineal, simple o doble), así co-

mo de la naturaleza de los propios progenitores, como el nivel de endogamia de sus líneas (Espinosa-Calderón 1998). También influyen los diferentes genotipos que se usan en las diferentes áreas ecológicas de México (Ramírez *et al.* 1986; Ortiz & Espinosa 1991; Espinosa-Calderón *et al.* 1998; De León *et al.* 1998). En los últimos años en los Valles Altos se han venido sembrando en su mayor superficie los híbridos H-48 y H-50 (Espinosa *et al.* 2003b; Espinosa *et al.* 2004b; González *et al.* 2007; González *et al.* 2008). En varios híbridos, en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX), se ha desarrollado la versión androestéril en su producción de semilla. Dado que no se conoce el comportamiento de este tipo de híbridos en la generación F<sub>2</sub> con respecto a la generación F<sub>1</sub>, se considera importante definir la capacidad de rendimiento en las generaciones F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el ciclo Primavera-Verano 2007 se evaluaron dos experimentos uniformes, uno en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC), UNAM, bajo condiciones de temporal y el otro en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX) con riego de auxilio, las generaciones F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> de los híbridos trilineales H-48, H-50, H-153 así como las versiones androestériles de los híbridos H-47 AE y H-50 AE; se empleó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

La preparación del terreno se hizo en forma mecánica y consistió en barbecho, rastreo, cruza y surcado a 80 cm. Se empleó la fórmula 80-40-00 en una sola aplicación. La fuente de nitrógeno fue Urea (46 % de N) y de fósforo fue Fosfato Diamónico (18-46-00 de P). En ambas localidades la siembra se hizo en la primera semana de junio de 2007 a tapa pie, depositando 3 semillas por sitio cada 50 cm. En el experimento de CEVAMEX se preparó en forma similar el terreno, empleándose la misma fór-

mula 80-40-00, con aplicación en la siembra y con una segunda aplicación con la fórmula 40-00-00, en la segunda escarda; en ambas aplicaciones la fuente de nitrógeno fue Urea (46 % de N) y para fósforo fue Superfosfato de Calcio Triple (46 % de P).

El control de las malezas se hizo con productos químicos mediante dos aplicaciones en el ciclo, la primera en preemergencia, un día después de la siembra, utilizando una mezcla de 3 L de Hierbamina más 3 kg de Gesaprim por hectárea; la segunda aplicación fue 20 días después de la siembra en FESC y un día después de la segunda escarda en CEVAMEX, utilizando una mezcla de 3 L de Sansón más 3 L de Hierbamina más 3 kg de Gesaprim por hectárea.

En ambos sitios el tamaño de la parcela fue un surco de 5 m de longitud. La siembra fue en surcos con separación de 0.80 m, depositando tres semillas por sitio cada 0.50 m, aclareando posteriormente para una densidad de 62 500 plantas por hectárea.

La cosecha se realizó de forma manual en la segunda quincena de noviembre en los dos experimentos, colectando todas las mazorcas, incluidas las dañadas, para tomar en una muestra representativa de cinco de las mazorcas, los datos correspondientes a humedad de grano, obtenida a través de un determinador de humedad eléctrico tipo Stenlite, 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, obteniéndose al final un promedio. Previamente, en cinco plantas por parcela, en campo se habían tomado 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 siguiente:

Rendimiento =  $(PC \times \% MS \times \% G) \times FC$  / 8600 (Espinosa *et al.* 2010),

en donde:

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

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

% G = por ciento de grano.

FC = Factor de conversión para obtener el rendimiento por ha que se obtiene al dividir 10000 m<sup>2</sup> / el tamaño de la parcela útil en m<sup>2</sup>.

8600 = valor constante que permite estimar el rendimiento con una humedad al 14 %, que se usa para el grano en forma comercial.

El análisis estadístico combinado es un arreglo factorial (Genotipos, Generaciones  $F_1F_2$  e interacción genotipos X Generación  $F_1F_2$ ). La comparación de medias se hizo con el método del Tukey a una probabilidad de error del 0.05 de significancia para cada una de las variables.

## RESULTADOS

En los resultados del análisis estadístico combinado se detectó para la variable rendimiento diferencias altamente significativas para localidades, genotipos, generaciones  $F_1F_2$ , y para la interacción genotipos por generaciones  $F_1F_2$ , no así para repeticiones. La media para rendimiento fue de 8 560 kg ha<sup>-1</sup> y el coeficiente de variación de 18.8 % (Tabla 1).

En las variables floración masculina y femenina se tuvieron diferencias altamente significativas para los factores localidad y genotipo, asimismo se detectaron diferencias significativas para la interacción genotipo X generaciones  $F_1F_2$ , en cambio para los factores generaciones  $F_1F_2$  y repeticiones no se encontraron diferencias significativas.

En la comparación de medias para localidades, el más alto comportamiento ocurrió en la localidad CEVAMEX, con un rendimiento medio de 10 053 kg ha<sup>-1</sup>, que es diferente estadísticamente al rendimiento de la FESC (7 069 kg ha<sup>-1</sup>), lo anterior se debió probablemente a que en CEVAMEX el experimento fue bajo condiciones de riego, en cambio en FESC el experimento fue bajo condiciones de temporal, lo que estableció una diferencia que repercutió en el rendimiento. En otras variables como

**Tabla 1.** Cuadrados medios y significancia de variables evaluadas en la generación F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> de cinco híbridos de maíz a través de dos localidades en Valles Altos. Ciclo Primavera-Verano 2007.

**Table 1.** Mean squares and significance of variables evaluated for the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations of five maize hybrids across two localities in the high valleys. 2007 Spring-Summer season.

Variable	Localidad	Genotipo	F <sub>1</sub> /F <sub>2</sub>	Repetición	Genotipo x F <sub>1</sub> /F <sub>2</sub>	Media	C.V. (%)
Rendimiento	178031605.3**	61412733.5**	162180350.5**	3938246.9	17438463.4**	8560	18.8
FM.	135.2**	37.5**	11.2	8.41	17.3*	82	2.9
FF	396.0**	35.9**	20.0	6.81	22.62*	83	3.0
AP	47,824.2**	2243.8**	432.45	284.28	216.66	217	9.4
AM	4,805.0**	362.10	84.05	352.36	250.26	107	18.8
LM	2.8501	11.921**	16.471**	1.572	3.128	13.5	10.7
HM	0.0125	9.393**	0.0125	0.279	1.918	16	8.3
GH	28.8	65.675**	72.2	1.4833	16.325	28	11.9

\*,\*\* Significativo p (± 0.05) y P (± 0.001), al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente;

FM: floración masculina; FF: floración femenina; AP: altura de planta; AM: altura de mazorca; LM: longitud de mazorca; HM: hileras/mazorca; GH: granos/hilera.

**Tabla 2.** Comparación de medias de localidades para diversas variables evaluadas considerando la media de la F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> de cinco híbridos de maíz de Valles Altos. Ciclo Primavera-Verano 2007.

**Table 2.** Comparison of locality means for various evaluated variables considering the mean of the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> of five maize hybrids in the high valleys. 2007 Spring-Summer season.

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

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

FM: Floración masculina; FF: Floración femenina; AP: Altura de planta; AM: Altura de mazorca; LM: longitud de mazorca; HM: hileras/mazorca; GH: granos/hilera.

floración femenina y masculina, altura de planta y mazorca, también se presentaron valores superiores y estadísticamente diferentes para la localidad CEVAMEX, lo que se puede explicar por la disponibilidad de riego; en el caso de las variables longitud de mazorca, hileras por mazorca y granos por mazorca, los valores de las dos localidades fueron estadísticamente similares (Tabla 2).

## DISCUSIÓN

En la comparación de medias de rendimiento de los genotipos, considerando la media de las generaciones F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>, así como las dos localidades de evaluación, se presentaron tres grupos de significancia; el mayor rendimiento fue del híbrido H-47 AE con 10 744 kg ha<sup>-1</sup>, lo que es confirma anteriores resultados de este híbrido, después de evaluarse en experimentos por varios años, por lo que está

en la última etapa de su validación y se encuentra propuesto para registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV). Los resultados ratifican las características favorables de este híbrido con esquema de androesterilidad (Espinosa *et al.* 2009), en cambio el híbrido H-48 presentó la menor productividad con 5 574 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 3), lo que indica que aún cuando es sembrado en forma extensiva (González *et al.* 2008), otros maíces como H-47 AE pudiesen apoyar el uso de variedades mejoradas, con la ventaja de la androesterilidad para facilitar la producción de semilla y la mayor productividad de grano, lo que es fundamental para los productores de maíz en los Valles Altos (Espinosa *et al.* 2003; Espinosa *et al.* 2004; González *et al.* 2007; González *et al.* 2008).

La comparación de medias para las variables floración masculina y floración femenina, y las medias de las generaciones F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>, así como las dos

**Tabla 3.** Comparación de medias de cinco híbridos para diversas variables considerando la media de la F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> en dos localidades.

**Table 3.** Comparison of means of five hybrids for various variables considering the mean of the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> in two localities.

Híbridos	Rendimiento (kg · ha <sup>-1</sup> )	FM (días)	FF	AP (cm.)	AM	LM (cm.)	HM	GH
H-47AE	10,744 a	84a	85 a	210 b	108a	14.6 a	14.8 c	29ab
H-50AE	9,459 a	81 bc	81 b	203 b	105a	12.9 bc	15.0 bc	28bc
H-50	9,169 ab	81 bc	81 b	234 a	114 a	13.1 bc	16.5 a	27bc
H-153	7,859 b	82ab	84ab	220ab	103 a	14.3 ab	15.2 abc	31 a
H-48	5,574 c	81 bc	82ab	216ab	103 a	12.8 c	16.3 ab	26 c
D.S.H.(0.05)	1594	2	2	20	20	1.4	1.3	3.3

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

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

localidades de evaluación, el híbrido H-47 AE mostró el mayor valor con 84 y 85 días respectivamente, diferentes significativamente a la floración masculina y femenina del híbrido H-50 (Tabla 3), que se siembra en la mayor superficie en los Valles Altos (Espinosa *et al.* 2004; González *et al.* 2007). Con respecto a la variable altura de planta, importante cuando se aprovecha el rastrojo ó se ensila el maíz, el híbrido que mostró la mayor altura de planta fue H-50 con 234 cm (González *et al.* 2007), diferente estadísticamente a H-50 AE y H-47 AE, en altura de mazorca, los valores de los cinco híbridos fueron estadísticamente similares.

Las variables longitud de mazorca, hileras por mazorca y granos por mazorca tuvieron tres grupos de significancia; la mayor longitud de mazorca correspondió a H-47 AE y el valor más bajo fue del híbrido H-48. El híbrido H-50 mostró el valor más alto de hileras por mazorca (Tabla 3), lo que pudiese ser uno de los diferentes elementos que hacen que este híbrido sea el más sembrado extensivamente (González *et al.* 2007), el híbrido H-153 presentó el valor más elevado de granos por hilera, lo que ha sido reportado en otros trabajos (Espinosa-Calderón *et al.* 2002).

La comparación de medias de las generaciones F<sub>1</sub>F<sub>2</sub>, considerando a la media de los cinco híbridos y la media de las dos localidades (Tabla 4), mostró que la generación F<sub>1</sub> rindió 9 985 kg ha<sup>-1</sup>, diferente estadísticamente de la F<sub>2</sub> que rindió 7 137 kg ha<sup>-1</sup>. Lo anterior indica que la F<sub>1</sub> representa 139.9 % con

respecto a la F<sub>1</sub>, es decir, una diferencia de 2 848 kg de menor rendimiento en la F<sub>2</sub>, por lo que este valor justifica el uso de semilla F<sub>1</sub>, cada ciclo, además la diferencia entre la F<sub>1</sub> y la F<sub>2</sub>, se ubica dentro de lo reportado en otros trabajos, donde se señala en forma indistinta superioridad de la F<sub>1</sub> respecto de la F<sub>2</sub> (Ortiz & Espinosa 1991; Valdivia & Vidal 1995; Espinosa-Calderón *et al.* 1998; Coutiño *et al.* 2004; Espinosa-Calderón *et al.* 2005).

En las variables floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de mazorca e hileras por mazorca, los valores medios en las generaciones F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>, fueron estadísticamente similares lo que señala que no hubo efecto en la generación F<sub>2</sub>, lo que es reportado en el mismo sentido en otros trabajos (Valdivia & Vidal 1995; Espinosa-Calderón *et al.* 1998), en cambio sí fueron estadísticamente diferentes los valores de las medias de las variables longitud de mazorca y granos por mazorca, en ambos casos fue superior la media de la generación F<sub>1</sub> con respecto a la F<sub>2</sub> (Tabla 4).

En la Tabla 5 se presentan los valores de rendimientos en las generaciones F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> de cada uno de los híbridos, así como las diferencias y el porcentaje que representa la diferencia de rendimiento de las generaciones F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>. En todos los casos los rendimientos de la generación F<sub>2</sub> fueron menores que los de la generación F<sub>1</sub>, con 9.32 % para H-47 AE, hasta el mayor de 54.36 % de H-153. Estas diferencias a favor de la F<sub>1</sub> han sido reportadas en otros trabajos (Ramírez *et al.* 1986; Ortiz & Espi-

**Tabla 4.** Comparación de medias de generación  $F_1$  y  $F_2$  para diversas variables evaluadas considerando la media de dos localidades de evaluación y cinco híbridos de maíz de Valles Altos. Ciclo Primavera-Verano 2007.

**Table 4.** Comparison of means of the  $F_1$  and  $F_2$  generations for various evaluated variables considering the mean of two evaluation localities and five maize hybrids in the high valleys. 2007 Spring-Summer season.

Generación	Rendimiento (kg·ha <sup>-1</sup> )	FM (días)	FF (días)	AP (cm.)	AM (cm.)	LM (cm)	HM	GH
$F_1$	9985 a	81 a	82 a	219 a	106 a	14.0a	16 a	29 a
$F_2$	7137 b	82 a	83 a	214 a	108 a	13.0b	16 a	27 b
D.S.H. (0.05)	717	1	1	9	9	0.6	0.6	1.5

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

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

**Tabla 5.** Rendimientos (kg ha<sup>-1</sup>) obtenidos por híbridos de maíz en la generación  $F_1$  y  $F_2$  así como diferencias y porcentajes de la  $F_2$  respecto a la  $F_1$ , considerando la media de dos localidades de evaluación. Ciclo primavera-verano 2007.

**Table 5.** Yields (kg ha<sup>-1</sup>) obtained per maize hybrid in the  $F_1$  and  $F_2$  generations, as well as differences and percentages of the  $F_2$  with respect to the  $F_1$ , considering the mean of two evaluation localities. 2007 Spring-Summer season.

Híbridos	Generación		Respecto a $F_1$	
	$F_1$	$F_2$	kg·ha <sup>-1</sup>	%
H-48	6,079	5,069	-1010	-16.61
H-50	11183	7,154	-4029	-36.03
H-153	10792	4,926	-5866	-54.36
H-47AE	11268	10218	-1050	-9.32
H-50AE	10600	8,316	-2284	-21.55
Promedio	9984	7137	-2848	-27.57

nosa 1991; Valdivia & Vidal 1995; De León *et al.* 1998; Espinosa-Calderón *et al.* 1998; Coutiño *et al.* 2004; Espinosa *et al.* 2005; Martínez-Gómez *et al.* 2006).

Las diferencias de rendimiento variaron desde 1 010 kg para H-48 en la  $F_1$ , lo que significa con base en un valor por tonelada de grano de 2 500, un total de 2 525 pesos por la comercialización si se adquiere semilla nueva, ya que precio más alto del saco de semilla es de 1 400 pesos, lo que significaría una diferencia de 1 125 pesos, lo sí redituaría esta medida (Valdivia & Vidal 1995; Espinosa-Calderón *et al.* 1998; Martínez-Gómez *et al.* 2006). En el caso del H-48, la ventaja es aún mayor ya que el Gobierno del Estado de México, distribuye su semilla con un subsidio a un precio de 400 pesos el saco, y la diferencia y ganancia neta positiva sería de 2 125 pesos.

La diferencia mayor fue para el híbrido H-153, con una superioridad de 5 866 kg ha<sup>-1</sup>, con un valor

por tonelada de grano de 2 500 pesos la tonelada, y un total de 14 665 pesos, y dado que el saco de semilla en su valor más elevado es de 1 400 pesos por saco, significaría una diferencia positiva de 13,265 pesos (Valdivia & Vidal 1995; Espinosa-Calderón *et al.* 1998; Martínez-Gómez *et al.* 2006). En cada uno de los híbridos evaluados, el rendimiento de la  $F_2$  fue inferior al de la  $F_1$ , con un mayor efecto en porcentaje en H-153 con 54.36 %, y en H-50 con 36.03 %.

La generación  $F_1$  en promedio rindió 9 984 kg·ha<sup>-1</sup>, que representó el 127.57 % con respecto a la generación  $F_2$  que produjo 7 137 kg·ha<sup>-1</sup>.

El híbrido trilineal H-47 AE mostró el rendimiento promedio más elevado con 10 744 kg·ha<sup>-1</sup> en cambio el H-48 Fértil (5 574 kg ha<sup>-1</sup>) presentó la menor productividad.

Los rendimientos obtenidos con los diferentes materiales en la  $F_1$  y  $F_2$ , son similares a trabajos previos (Valdivia & Vidal 1995; Espinosa-Calderón

*et al.* 1998; Martínez-Gómez *et al.* 2006), muestran que no es conveniente el uso de semilla de generación  $F_2$ , por el decremento en productividad, ya que la diferencia en rendimiento (2 847 kg) entre la generación  $F_2$  y la generación  $F_1$  justifica la adquisición de semilla nueva.

Las diferencia de rendimiento de 1 010 kg pa-

ra H-48 en la  $F_1$ , con respecto a la  $F_2$ , significan un valor por tonelada de grano de 2 500 pesos, un total de 2 525 pesos, si se adquiere semilla nueva, al valor más elevado de 1400 pesos por saco, significa que se tendría un diferencia positiva de 1 125 pesos por adquirir semilla nueva cada ciclo.

## LITERATURA CITADA

- Boege E (2009) El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México: Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F. 342 pp.
- Coutiño E B, G Sánchez G, V A Vidal M (2004) El uso de semilla  $F_2$  de híbridos de maíz en la Frailesca, Chiapas, reduce el rendimiento y las ganancias netas. *Rev. Fitotec. Mex.* 27(3):261-266.
- De León H J, A Martínez G, Rodríguez S (1998) Híbridos dobles de maíz de baja depresión endogámica en  $F_2$ . *Agronomía Mesoamericana.* 9 (1): 38-41.
- Espinosa-Calderón A, M A López-Pereira, M Tadeo-Robledo (1998) Análisis agroeconómico del uso de semilla mejorada de maíz en los Valles Altos de México. *Agronomía Mesoamericana.* 9(1): 53-58.
- Espinosa-Calderón A, M Tadeo-Robledo, J Lothrop, D Beck (2002) H-153 híbrido de maíz de riego para la Zona de Transición El Bajío - Valles Altos. *Agricultura Técnica en México.* 28 (2): 179-181.
- Espinosa-Calderón A, M Sierra M, N Gómez M (2003 a) Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana.* 14 (1): 117-121.
- Espinosa C A, M Tadeo R, J Lothrop, S Azpiroz R, R Martínez M, J P Pérez C, C Tut y C, J Bonilla B, A M Ramírez, Y Salinas M (2003b) H-48 nuevo híbrido de maíz de temporal para los Valles Altos del centro de México. *Agricultura Técnica en México.* 29 (1): 85-87.
- Espinosa C A, J Piña R, A Caetano de O, M Mora V (2004 a) Listado de variedades liberadas por el INIFAP de 1980 a 2003. *Publicación Especial no. 2, INIFAP, CIRCE, CEVAMEX, Chapingo, México.* 30 p.
- Espinosa C A, M Tadeo R, R Martínez M, J Lothrop, S Azpiroz R, C Tut y C, J Bonilla B, A María R, J P Pérez C, M A Ávila P, J Gámez V, Y Salinas M (2004 b) H-50 nuevo híbrido de maíz para los Valles Altos de México. *CEVAMEX, CIRCE, INIFAP, Folleto Técnico Núm. 17, 20 p.*
- Espinosa-Calderón A, M Tadeo R, A Mora B, R Martínez M, D Salazar H, M Sierra M, A Palafox C, Flavio Rodríguez M, V Esqueda E (2005) Capacidad productiva de la generación  $F_1$  y  $F_2$  de híbridos de maíz androesteriles y fértiles evaluados en dos localidades. *Memorias: VIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali B.C.* 160-165.
- Espinosa C A, A Turrent F, M Tadeo R, N Gómez M, M Sierra M, F Caballero H (2008) Importancia del uso de semilla de variedades mejoradas y nativas de maíz en México. En: desde los colores del maíz, una agenda para el campo mexicano. Editor J. Luis Seefó. El Colegio de Michoacán, CONACYT. Zamora, Michoacán. Vol I: 233-255.
- Espinosa-Calderón A, Tadeo-Robledo M, Turrent-Fernández A, Sierra-Macías M, Gómez-Montiel N, Palafox-Caballero A, Rodríguez-Montalvo F A, Caballero-Hernández F, Valdivia-Bernal R, Zamudio-González B (2009) Las semillas insumo fundamental para avanzar hacia la suficiencia alimentaria y reserva estratégica de granos. En: reserva estratégica de alimentos: una alternativa para el desarrollo del campo

- mexicano y la soberanía alimentaria. Coordinadores Alfonso Ramírez Cuellar, Benito Ramírez Valverde, Beatriz A. Cavalloti Vázquez, Alfredo Cesín Vargas. CEDRSSA-SAGARPA- CP- UACH, pp: 77-90.
- Espinosa-Calderón A, Tadeo-Robledo M, Meza-Guzmán DL, Arteaga-Escamilla I, Matías-Bautista D, Valdivia-Bernal R, Sierra-Macías M, Gómez-Montiel N, Palafox-Caballero A, Zamudio-González B (2010) Eliminación de espiga y hojas en un híbrido de maíz androestéril y fértil. *Universidad y Ciencia*. 26(3): 215-224.
- González E A, J Islas G, A Espinosa C, J A Vázquez C, S Wood (2007) Impacto económico del mejoramiento genético del maíz en México: híbrido H-50. *Publicación Especial No. 24*. INIFAP. México, D.F. 83 p.
- González E A, J Islas G, A Espinosa C, J A Vázquez C, S Wood (2008) Impacto económico del mejoramiento genético del maíz en México: híbrido H-48. *Publicación Especial No. 25*. INIFAP. México, D.F. 88 p.
- Ortiz T E, A Espinosa C (1991) Rendimiento de híbridos de maíz de la Zona de Transición El Bajío-Valles Altos por efecto de la utilización de semilla de generación  $F_1$  y  $F_2$ . *Revista Chapingo*. 71: 49-52.
- Ramírez V P, M Balderas M, F Gerón X (1986) Potencial productivo de las generaciones avanzadas de los híbridos tropicales de maíz H-503, H-507 y H-510. *Rev. Fitotec. Méx.* 8: 20-34. Es
- Martínez-Gómez M I, R Gaytán-Bautista, L Reyes-Muro, N Mayek-Pérez, J S Padilla-Ramírez, M Luna-Flores (2006) Rentabilidad de las generaciones  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$  de híbridos de maíz. *Agrociencia*. 40 (5): 677-685.
- Turrent F A, A Espinosa C (2006) Seguridad alimentaria y el mercado nacional de semillas. En: *Memorias del ciclo de conferencias. 10 Años de Enlace, Innovación, Progreso*. Fundación Hidalgo Produce. INIFAP, CIRCE. Campo Experimental Pachuca, Pachuca, Hidalgo. pp: 44- 50.
- Turrent-Fernández A (2009) Potencial productivo de maíz. *Revista Ciencias*, 92-93: 126-129.
- Valdivia-Bernal R, y V A Vidal-Martínez (1995) Efecto de generaciones avanzadas en la producción de diferentes tipos de híbridos de maíz. *Rev. Fitotec. Méx.* 18:69-76.