

## PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PROGENITORES E HÍBRIDOS DE MAÍZ DE VALLES ALTOS EN DOS FECHAS DE SIEMBRA

Juan Virgen Vargas<sup>1</sup>; Rosalba Zepeda Bautista<sup>1§</sup>; José Luis Arellano Vázquez<sup>1</sup>; Miguel Angel Avila Perches<sup>2</sup>; Israel Rojas Martínez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-Campo Experimental Valle de México, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. <sup>2</sup>INIFAP-Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato. <sup>3</sup>INIFAP-Sitio Experimental Tlaxcala. §zepeda.rosalba@inifap.gob.mx

Recibido: Noviembre 14, 2012; Aceptado: Julio 5, 2013

### RESUMEN

El Campo Experimental Valle de México de INIFAP produce semilla básica y registrada de maíz, para atender la demanda de productores de semilla certificada y desarrollar tecnología para identificar la localidad y el manejo agronómico óptimos para su producción. En 2011, en Coatlinchán, Texcoco, Estado de México ubicado a 2250 msnm, se evaluó el rendimiento y la calidad física de semilla y del grano de progenitores e híbridos de maíz de Valles Altos de México. Los híbridos trilineales H-52, H-66 y H-70, sus cruza simples y líneas progenitoras, se sembraron en dos fechas de siembras 12 de mayo y 1 de junio utilizando un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. Los híbridos rindieron en promedio 4.28 t ha<sup>-1</sup>, H-66 y H-52 tuvieron rendimientos mayores de 4.5 t ha<sup>-1</sup>. El rendimiento de sus progenitores (cruza simples y líneas), fue mayor de

3.5 y 1.0 t ha<sup>-1</sup> de semilla, respectivamente, lo que garantiza la rentabilidad de la producción. Las cruza simples y líneas tuvieron porcentajes de 34 y 36 % de semilla grande y 17 % de semilla mediana. El rendimiento de la CS♀ recíproca del H-70 fue mayor en 30 % en la fecha de siembra del 1 de junio, y de 5 % en la CS♀ del H-52 y H-66. El rendimiento de grano de los híbridos y de semilla de las líneas fue superior en 17 y 74 % en la fecha de siembra del 12 de mayo. En la fecha de siembra del 1 de junio se tuvieron 14 días más a la floración masculina en los híbridos y cruza simples, y 11 días más en las líneas. En Coatlinchán, Estado de México es factible producir semilla de los híbridos H-52, H-66 y H-70.

**Palabras clave:** *Zea mays* L., semilla, fecha de siembra, cruza simples, líneas.

### INTRODUCCIÓN

En México, en 2011 la superficie sembrada con maíz grano fue de 7.75 millones hectáreas, de las cuales 22 % son bajo riego y 78 % de temporal. Particularmente, en los Valles Altos Centrales de México, que comprende parte de los Estados de México, Tlaxcala, Puebla, Hidalgo, Querétaro, Michoacán, Morelos y Distrito Federal, con una altitud superior a 2200 msnm, se siembran con maíz cerca de 2 millones de ha, que representa el 26 % de la superficie nacional sembrada con este cultivo, de las cuales 83 % son de temporal con un rendimiento promedio de 2.3 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2012). Esto indica, la necesidad de incrementar la productividad del maíz en la región. Una alternativa es el uso de materiales genéticos mejorados con características agronómicas, de productividad y calidad sobresalientes que aprovechen mejor las condiciones ambientales que prevalecen en los sitios de producción. Sin embargo, en los Valles Altos de México, se usan semillas certificadas de maíz en tan solo un 6 %

de la superficie cultivada, debido a la falta de variedades con características agronómicas y económicas adecuadas e insuficiente producción de semillas (González *et al.*, 2008). Al respecto, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) participa en la generación de variedades de maíz, con valor agregado, y adaptadas a las diferentes regiones del país; así como en la atención de la demanda de semilla certificada, y el desarrollo de tecnología para optimizar la producción. Actualmente, las empresas productoras de semilla de capital transnacional son las que comercializan la mayor cantidad de semilla certificada de maíz en México.

Ante esta situación, el INIFAP promueve la obtención de semilla certificada mediante la producción de semilla categoría básica y registrada y el fortalecimiento de empresas de capital nacional. Particularmente, en los Campos Experimentales Valle de

México (CEVAMEX) y Bajío (CEBAJ), se atiende la solicitud de semilla de progenitores de 50 empresas que producen semilla categoría certificada, que están ubicadas en los Estados de México, Puebla, Querétaro, Michoacán, Guanajuato y Tlaxcala. Para la producción de semilla de maíz es esencial seleccionar un ambiente con abundante luminosidad durante la estación de crecimiento y suficiente lluvia pero no excesiva, y bien distribuida; particularmente, durante el periodo de floración (Beck (2002); así como las características genéticas particulares de cada genotipo y su interacción con el ambiente. Al respecto, existe poca información sobre la tecnología de producción de semillas, por lo cual se utiliza la tecnología para producción de grano con algunas modificaciones; particularmente, la localidad y fecha de siembra de los progenitores. Virgen *et al.* (2010) al evaluar 20 cruza simples progenitoras en 2 fechas de siembra (27 de abril y 15 de mayo) encontraron un rendimiento promedio de 11 t ha<sup>-1</sup>, siendo mayor en 9 % en la segunda fecha de siembra (15 de mayo) con mayor número de días a floración masculina y menor altura de mazorca; las cruza simples del INIFAP presentaron rendimientos mayores a la media en la primera fecha de siembra en 14 %. Por otra parte, Avila *et al.* (2009), mencionan que al incrementar la CS♀ H-52 en el Valle de Texcoco, en altitudes de 2300 msnm, se obtiene un rendimiento de semilla registrada de 9 a 10 t ha<sup>-1</sup> con 70 % de semilla grande; mientras que sembrada en el mes de abril en

Metepec, México, en altitudes de 2650 msnm, tiene rendimientos superiores a las 9 t ha<sup>-1</sup>, y en Tlaxcala en altitudes de 2500 msnm y siembra en mayo, el rendimiento de semilla fue de 6.5 t ha<sup>-1</sup> (Avila, 2002; comunicación personal).

La cruza simple hembra del híbrido H-70 sembrada el 20 de mayo en Coatlinchán, Estado de México produjo 10 t ha<sup>-1</sup>; mientras que en localidades de Tlaxcala en altitudes de 2480 y 2540 msnm produjo en promedio 6.5 t ha<sup>-1</sup> con fechas de siembra de 5 de mayo y 19 de abril. Asimismo, las líneas progenitoras del H-70 (M-54, M-55 y CML-242) sembradas la primera semana de abril en Metepec, Estado de México (2650 msnm) presentaron una producción de semilla de 2.5, 3.6 y 1.3 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente; y la CS♀ H-70 mostró un rendimiento de 8.5 y 7 t ha<sup>-1</sup> en fechas de siembra de la primera semana de abril y mayo, respectivamente (Arellano *et al.*, 2011). Con base en lo anterior, existe la necesidad de generar información relacionada con la tecnología de producción de semilla en función de las características genéticas del genotipo, el ambiente y la interacción genotipo x ambiente. Por ello, el objetivo del presente estudio consistió en evaluar el rendimiento y la calidad física del grano y la semilla de híbridos de maíz y sus progenitores, cruza simples y líneas, sembrados en dos fechas de siembra en la localidad de Santa Lucía, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el Campo Experimental Valle de México del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ubicado dentro del área de los 19° 17' Latitud Norte y 98° 53' Longitud Oeste con una altitud de 2250 msnm, se establecieron seis experimentos de evaluación de híbridos y sus progenitores (cruza simples y líneas) durante el ciclo agrícola primavera-verano 2011, en condiciones de riego, El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual oscila entre 12 y 18 °C, con una precipitación pluvial promedio anual de 645 mm.

Se utilizaron los híbridos de maíz H-52, H-66 y H-70 para Valles Altos generados por el INIFAP y el híbrido Leopardo de Monsanto como testigo, sus cruza simples progenitoras hembra, directa y recíproca, CSD♀ H-52 y H-66, CSR♀ H-52 y H-66 y CSD♀ y CSR♀ H-

70, y seis líneas progenitoras: M-52, LINVA-7-2-1-2, LINVA-7-2-14-5, M-54, M-55 y CML-456. Los experimentos se establecieron bajo un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. El diseño de tratamientos en cada ensayo fue un factorial completo, con base a la combinación de 4 híbridos, 4 cruza simples y 6 líneas, cada uno en 2 fechas de siembra, 12 de mayo y 1 de junio. La unidad experimental fue de 2 surcos de 5 m de longitud separados a 0.80 m.

El manejo agronómico se hizo de acuerdo a las recomendaciones que para el manejo del cultivo de maíz se sigue en el CEVAMEX. Se utilizó una densidad de población de 62,500 plantas ha<sup>-1</sup>. Se fertilizó con la fórmula 150-70-30 (NPK), se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y el potasio al momento de

la siembra y el resto del nitrógeno en la segunda escarda. El control de malezas se hizo mediante la aplicación en preemergencia de Primagram Gold® (*i.a.* Atrazina + S-metolaclor) a una dosis de 1.5 L ha<sup>-1</sup> y de Marvel® (*i. a.* Dicamba + Atrazina) con una dosis de 2.0 L ha<sup>-1</sup> en postemergencia cuando la maleza tuvo una altura de 5 cm. En la primera fecha de siembra (12 de mayo de 2011) se aplicaron ocho riegos y en la segunda (1 de junio de 2011) cuatro riegos. La cosecha se realizó de forma manual cuando se observó la formación de la capa negra, indicador de madurez fisiológica.

Las variables medidas fueron: 1) Rendimiento (REN), en kg ha<sup>-1</sup> a 14 % de humedad, que se calculó con la fórmula:  $REN = [PC \times \% MS \times \% G \times FC] / 8600$ ; donde *PC* = peso de campo de mazorca, en kilogramos por parcela útil; *% MS* = porcentaje de materia seca, mediante la diferencia 100 menos el porcentaje de humedad obtenido del aparato Stenlite®; *% G* = porcentaje de grano, como promedio de la relación entre el peso de grano y el peso de mazorca desprovista de brácteas, de cinco mazorcas, multiplicado

por 100; *FC* = factor de corrección, obtenido al dividir 10000 m<sup>2</sup> (1 ha) entre la superficie útil de la parcela (8 m<sup>2</sup>). 2) Floración masculina (FM), se cuantificaron los días a partir del primer riego hasta que el 50 % de las plantas de la parcela estuvieron derramando polen. 3) Tamaño de la semilla, mediante su clasificación en tres tamaños: grande (SG), mediana (SM) y chica (SCH), lo cual se hizo con cribas de perforación redonda de 8, 7 y 6 mm, y los valores se reportaron en porcentajes. 4) Peso de 200 semillas (P200S) y granos (P200G), los cuales se eligieron al azar en cada muestra de semilla. 5) Peso volumétrico (PV), que se determinó en una báscula marca OHAUS® y se expresó en kg hL<sup>-1</sup>.

A las variables medidas en cada uno de los ensayos se les realizó un análisis de varianza con el procedimiento PROC GLM del SAS (Statistical Analysis System, 1989). La comparación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ). Los datos expresados en porcentaje se transformaron previamente a valores de ArcoSeno.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En 2011, en el Estado de México se tuvo un acumulado de lluvia de 657.6 mm, 24 % menor al promedio histórico de 874 mm, por lo que se aplicaron 8 y 4 riegos durante el ciclo de cultivo de la primera y segunda fecha de siembra para evitar el efecto de sequía.

### Híbridos comerciales

El análisis de varianza muestra diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre híbridos para las variables de rendimiento, días a floración masculina y calidad física de grano; no así para peso volumétrico (Cuadro 1). Esto indica que por lo menos un híbrido tuvo rendimiento y calidad física del grano diferente al resto debido a las características genéticas particulares de cada genotipo. Entre fechas de siembra, solo hubo diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en días a floración masculina, porcentaje de semilla grande y peso de 200 granos, lo que pudo ser debido al efecto de la temperatura, cantidad y distribución de la precipitación, humedad relativa y radiación solar en cada fecha de siembra. Resultados similares fueron observados por Avila *et al.* (2009) y Arellano *et al.* (2010, 2011) al evaluar los híbridos H-70, H-66 y H-52 en diferentes localidades y años, en condiciones de riego, punta de

riego y temporal, en los Estados que comprenden el Altiplano Central de México.

Entre híbridos, se observó un rendimiento de grano promedio de 4.289 t ha<sup>-1</sup>, los híbridos H-66 y H-52 tuvieron rendimientos superiores a 4.5 t ha<sup>-1</sup> y estadísticamente igual ( $\alpha = 0.05$ ) al testigo Leopardo, y el de menor rendimiento fue H-70 (Cuadro 1). En general, los rendimientos son superiores a la media nacional (2.91 t ha<sup>-1</sup>, en condiciones de riego y temporal) (SIAP, 2012), pero menores a los rendimientos mostrados por éstos materiales en evaluaciones anteriores debido a las condiciones climáticas del sitio de producción, que de acuerdo con Arellano *et al.* (2011), la localidad de Coatlinchán, Estado de México es considerada un ambiente pobre debido al efecto de la cantidad y distribución de la precipitación, temperatura y radiación solar durante las etapas de desarrollo críticas del cultivo.

Los híbridos tuvieron, en promedio, 80 días a floración masculina; H-52, H-66 y H-70 llegaron al estado de floración a los 78 y 79 días, en comparación con 83 días del testigo, lo cual representa una ventaja para

poder escapar a la sequía y heladas en la región de los Valles Altos Centrales de México. Respecto a la calidad física del grano, los tres híbridos generados por el INIFAP tuvieron características similares en cuanto a tamaño de grano y peso volumétrico, en comparación con el testigo (Leopardo). Bajo las condiciones de producción en el ciclo primavera-verano 2011, los híbridos tuvieron valores bajos de peso volumétrico, incluso por debajo de los solicitado por la industria de la masa y tortilla (Norma Mexicana para Maíces Destinados al Proceso de Nixtamalización, NMX-FF-034/1-SCFI-PARTE-1, 2002). El H-52 tuvo

mayor peso volumétrico y peso de 200 granos, en comparación con el resto.

La fecha de siembra del 12 de mayo de 2011 presentó mayor rendimiento de grano que la siembra del 1 de junio; así como peso volumétrico. Sin embargo, la siembra del 1 de junio mostró mayor número de días a floración masculina, el aumento del ciclo fenológico en 14 días favoreció la asimilación y acumulación de nutrimentos (Marschner, 1995), lo que ocasionó un mayor tamaño y peso del grano.

**Cuadro 1.** Medias de rendimiento, días a floración masculina y calidad física de semilla de híbridos de maíz, en dos fechas de siembra. Santa Lucía, Coatlinchán, Estado de México. 2011.

Factor	REN (Kg ha <sup>-1</sup> )	FM (días)	Tamaño de grano (%)			PV (kg hL <sup>-1</sup> )	P200G (g)
			SG	SM	SCH		
<u>Híbridos</u>							
H-52	4646.8 a	78.3 b	15.8 b	31.8 a	52.3 a	72.3 a	52.7 ab
H-66	4799.4 a	78.1 b	32.5 b	33.6 a	33.8 a	70.6 a	46.9 b
H-70	1972.9 b	79.1 b	24.5 b	29.1 a	46.3 a	70.6 a	44.3 b
Leopardo	5738.9 a	82.5 a	82.0 a	10.1 b	7.8 b	71.6 a	64.0 a
DHS (0.05)	1436.4	2.6	17.2	10.7	21.7	4.6	12.8
<u>Fecha de siembra</u>							
12 de mayo	4631.2 a	72.5 b	32.0 b	27.4 a	40.5 a	72.3 a	46.0 b
1 de junio	3947.7 a	86.5 a	45.3 a	25.0 a	29.6 a	70.3 a	58.0 a
DHS (0.05)	752.6	1.4	9.0	5.6	11.3	2.4	6.7
Media	4289.5	79.5	38.7	26.2	35.0	71.3	52.0
CV (%)	20.7	1.8	18.3	14.8	24.8	4.0	11.6

DHS = diferencia significativa honesta; CV = coeficiente de variación; REN = rendimiento de grano; FM = floración masculina, SG = porcentaje de semilla grande; SM = porcentaje de semilla mediana; SCH = porcentaje de semilla chica; PV = peso volumétrico, en kg hL<sup>-1</sup>; P200G = peso de 200 granos, en g.

#### Cruzas simples progenitoras de híbridos.

En el análisis de varianza de las cruzas simples progenitoras (directa y recíproca): CSD♀ H-52 y H-66, CSR♀ H-52 y H-66 y CSD♀ y CSR♀ H-70 (Cuadro 2), no se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para todas las variables, solo se encontró que la craza simple recíproca de la ♀ H-70 tuvo 52 % más rendimiento de semilla que la craza directa, lo cual indica la posibilidad de utilizar ésta como CS♀ del H-70, como lo indican Arellano *et al.* (2011). El rendimiento de semilla de la CS♀ del H-52 y H-66 fue 3.5 t ha<sup>-1</sup>, el cual es menor al rendimiento de semilla obtenido por Avila *et al.* (2009) y Virgen *et al.* (2010) en el Valle de Texcoco a altitudes de 2300 msnm, esto

debido a las condiciones climáticas y edáficas del suelo presentes en Coatlinchán en el 2011; aún con éstos rendimientos se obtiene rentabilidad de la producción de semilla para las empresas dedicadas a su producción comercial debido a que la relación costo beneficio es mayor a 1.

Entre fechas de siembras (Cuadro 2) no hubo diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para la mayoría de variables, sólo hubo un incremento de 14 días a la floración media masculina, con lo cual se observó un aumento ligero en el rendimiento, tamaño grande y chico, y peso volumétrico de la semilla. Esto indica, que para el caso de la producción de semilla categoría

certificada, considerando solo la crusa simple progenitora hembra, de los híbridos H-52, H-66 y H-70 en Coatlínchán, Estado de México es conveniente sembrar entre el 12 de mayo y 1 de junio, toda vez que el progenitor macho tenga buena adaptación.

Virgen *et al.* (2010) observaron un incremento en los días a floración masculina con la fecha de siembra de 15 de mayo en comparación con 27 de abril, no así para rendimiento de semilla.

**Cuadro 2.** Medias de rendimiento, días a floración masculina y calidad física de semilla de cruas simples progenitoras en dos fechas de siembra. Santa Lucía, Coatlínchán, Estado de México. 2011.

Factor	REN (t ha <sup>-1</sup> )	FM (días)	Tamaño de Semilla (%)			PV (kg hL <sup>-1</sup> )	P200S (g)
			SG	SM	SCH		
<u>Cruzas simples</u>							
CS♀ H-70(R)	3190.6 a	76.6 b	36.0 a	31.6 a	32.3 a	68.0 a	52.3 a
CS♀ H-70(D)	1548.5 b	79.3 ab	16.8 a	24.6 a	58.5 a	69.0 a	39.7 a
CS♀ H-52 y H-66 (D)	3789.5 a	80.8 a	28.5 a	35.0 a	36.5 a	69.0 a	48.7 a
CS♀ H-52 y H-66 (R)	3523.1 a	81.0 a	25.1 a	36.0 a	38.8 a	68.0 a	46.9 a
DHS (0.05)	1323.6	3.0	33.7	17.0	32.6	4.4	15.1
<u>Fecha de siembra</u>							
12 de mayo	3005.0 a	72.3 b	23.8 a	35.3 a	40.8 a	68.1 a	46.1 a
1 de junio	3020.9 a	86.5 a	29.4 a	28.3 a	42.2 a	68.8 a	47.7 a
DHS (0.05)	693.5	1.5	17.7	8.9	17.2	2.3	7.9
Media	3012.9	79.4	26.6	31.8	41.5	68.5	46.9
CV (%)	22.4	2.2	45.8	20.3	34.4	3.7	17.4

DHS = diferencia significativa honesta; CV = coeficiente de variación; REN = rendimiento de grano; FM = floración masculina; SG = porcentaje de semilla grande; SM = porcentaje de semilla mediana; SCH = porcentaje de semilla chica; PV = peso volumétrico, en kg hL<sup>-1</sup>; P200S = peso de 200 semillas, en g.

La interacción crusa simple x fecha de siembra para el rendimiento de semilla, muestra que la CS♀ H-70 recíproca tuvo 32 % más rendimiento en la fecha de siembra del 1 de junio de 2011, en comparación con 12 de mayo; situación similar se observó con la CS♀ H-52 y H-66 con un aumento menor de 5 % (Figura 1). Para las cruas directas del H-70 y la recíproca del H-52 y H-66, el rendimiento de semilla fue mayor en la primera fecha de siembra en 20 %.

#### Líneas progenitoras de híbridos de maíz

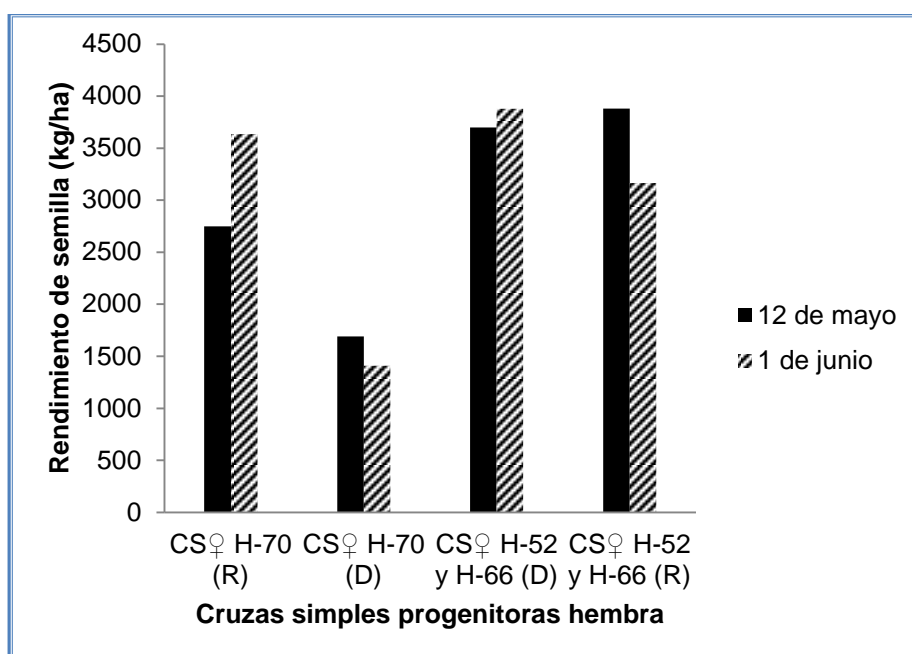
En el Cuadro 3, se observan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre líneas para el rendimiento de semilla, días a floración masculina y peso volumétrico. El rendimiento de semilla promedio fue 1579 kg ha<sup>-1</sup>, las líneas M-52 y CML-456 tuvieron rendimientos superiores a 2400 kg ha<sup>-1</sup> y en la línea M-54 fue de 232 kg ha<sup>-1</sup>. El rendimiento de la línea M-52 fue menor a los 3600 kg ha<sup>-1</sup> reportado por Arellano *et al.* (2010), lo cual indica la importancia del efecto del ambiente y su

interacción en la producción de semilla de líneas progenitoras. El número de días a floración masculina fue de 81 días después del primer riego, la línea más precoz fue LINVA-7-2-1-2 con 76 días y la más tardía M-54 con 88 días; características que permite definir el diferencial de siembra entre surcos macho y hembra para obtener la sincronía en un lote de despigamiento. En tamaño de semilla no hubo diferencia entre las líneas, sólo se observó diferencias en peso volumétrico, en las líneas CML-456 y M-52 se tuvieron pesos volumétricos de 70 kg hL<sup>-1</sup> y en la línea M-54 de 62 kg hL<sup>-1</sup>, pesos inferiores a la norma NMX-034 (2002).

Entre fechas de siembra se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para rendimiento, días a floración masculina y porcentaje de tamaño de semilla mediano y chico (Cuadro 3). La fecha de siembra del 12 de mayo de 2011 tuvo 75 % más rendimiento de semilla en comparación con la siembra del 1 de junio.

Asimismo, se observó un incremento de 11 días en la floración masculina entre las fechas de siembra, por lo cual la fecha de siembra del 12 de mayo es la más

apropiada para obtener mayor rendimiento y calidad física de la semilla; además de evitar el riesgo de heladas tempranas en esta región.



**Figura 1.** Interacción cruz simple x fecha de siembra de cruces simples progenitoras de híbridos de maíz. Coatlínchán, México. 2011.

**Cuadro 3.** Medias de rendimiento, días a floración masculina y calidad física de semilla de líneas progenitoras en dos fechas de siembra. Coatlínchán, Estado de México. 2011.

Factor	REN (Kg ha <sup>-1</sup> )	FM (días)	Tamaño de Semilla (%)			PV (kg hL <sup>-1</sup> )	P200S (g)							
			SG	SM	SCH									
<u>Líneas</u>														
M-52	2610.8	a	80.5	c	35.6	a	35.8	a	28.5	a	70.0	a	32.6	a
LINVA-7-2-1-2	1411.8	b	75.6	d	13.0	a	27.1	a	59.8	a	68.6	a	28.3	a
LINVA-7-2-14-5	1349.9	b	83.8	b	28.5	a	23.6	a	47.8	a	67.6	ab	34.8	a
M-54	232.7	c	88.5	a	27.3	a	23.1	a	49.5	a	62.0	c	33.9	a
M-55	1459.4	b	76.6	d	36.6	a	25.0	a	38.3	a	67.6	ab	31.1	a
CML-456	2411.9	a	81.0	c	31.0	a	28.5	a	40.5	a	71.0	a	34.9	a
DHS (0.05)	743.7	2.5			36.3		16.8		34.8		6.4		11.7	
<u>Fecha de siembra</u>														
12 de mayo	2008.8	a	75.4	b	35.7	a	32.8	a	31.3	b	68.8	a	32.5	a
1 de junio	1150.0	b	86.6	a	21.6	a	21.5	b	56.7	a	66.7	a	32.6	a
DHS (0.05)	286.6	0.9			14.1		6.4		13.4		2.4		4.5	
Media	1579.4		81.0		28.6		27.2		44.0		67.8		32.6	
CV (%)	25.5	1.8			44.8		21.6		31.8		5.4		19.9	

DHS = diferencia significativa honesta; CV = coeficiente de variación; REN = rendimiento de grano; FM = floración masculina, SG = porcentaje de semilla grande; SM = porcentaje de semilla mediana; SCH = porcentaje de semilla chica; PV = peso volumétrico, en kg hL<sup>-1</sup>; P200S = peso de 200 semillas, en g.

## CONCLUSIONES

No obstante, las condiciones de estrés por la disminución de 24 % de la precipitación, los híbridos H-52 y H-66 tuvieron rendimientos de grano mayores a 4.5 t ha<sup>-1</sup> y calidad de grano estadísticamente igual al híbrido Leopardo. Las cruza simples progenitoras de los híbridos H-70, H-66 y H-52 presentaron rendimientos de semilla superiores a 3.5 t ha<sup>-1</sup>, que garantiza la rentabilidad de la producción de semilla. En Coatlínchán y en fecha de siembra de 1 de junio es conveniente utilizar la crusa simple recíproca progenitora del H-70 como hembra para la producción de semilla, ya que el rendimiento de semilla fue mayor 200 % a la crusa simple directa. Las líneas progeni-

toras de los híbridos H-70, H-66 y H-52 tuvieron rendimientos mayores a 1000 kg ha<sup>-1</sup> en las dos fechas de siembra, excepto la línea M-54. En la fecha de siembra del 1 de junio se incrementó en 80 % el porcentaje de semilla chica en las líneas. La mejor fecha de siembra fue el 12 de mayo de 2011, ya que mostró el mayor rendimiento de grano para los híbridos y de semilla para los progenitores (cruzas simples y líneas). En la fecha de siembra del 1 de junio el número de días a floración media masculina fue mayor a 10 días en comparación con la siembra el 12 de mayo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano VJL; Virgen VJ; Avila PMA (2010). H-66 Híbrido de maíz para los Valles Altos de los estados de México y Tlaxcala. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1(2):257-262.
- Arellano VJL; Virgen VJ; Rojas MI; Avila PMA (2011). H-70 Híbrido de maíz de alto rendimiento para temporal y riego del Altiplano Central de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2(4):619-626.
- Avila PMA; Arellano VJL; Virgen VJ; Gámez VAJ; María RA (2009). H-52 Híbrido de maíz para Valles Altos de la Mesa Central de México. *Agricultura Técnica en México* 35(2): 237-240.
- Beck D (2002). Seed Course. <http://www.cimmyt.cgiar.org/Research/maize/qpm2002/Seed/SeedLN.htm>. Septiembre 2012.
- González EA; Islas GJ; Espinosa CA; Vázquez CJA; S Wood (2008). Impacto económico del mejoramiento genético del maíz en México: Híbrido H-48. Public. Especial No. 25, INIFAP, México, D. F. 88 p.
- Marschner H (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2a. ed. Academic Press Limited. London, Great Britain. pp: 229-277.
- Norma Mexicana para Maíces Destinados al Proceso de Nixtamalización, NMX-FF-034/1-SCFI-PARTE -1. 2002. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano-cereales-maíz blanco para proceso alcalino para tortillas de maíz y productos de maíz nixtamalizado. Especificaciones y Métodos de prueba. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Dirección General de Normas. México, D. F. 18 p.
- SAS (Statistical Analysis System). (1989). SAS/SAT User's Guide. Version 6. Fourth Edition. SAS Institute Inc. Cary, N.C. 943 p.
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2012). Producción anual de cultivos año agrícola 2011 en México. <http://sagarpa.gob.mx>. Octubre 2012.
- Virgen VJ; Arellano VJL; Rojas MI; Avila PMA; Gutiérrez HGF (2010). Producción de semilla de cruza simple de híbridos de maíz en Tlaxcala, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33 (Núm. Especial 4): 107-110.