

H-70: HÍBRIDO DE MAÍZ DE ALTO RENDIMIENTO PARA TEMPORAL Y RIEGO DEL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO*

H-70: HIGH YIELD MAIZE HYBRID FOR RAINFED AND IRRIGATED OF THE CENTRAL HIGHLANDS OF MEXICO

José Luis Arellano Vázquez^{1§}, Juan Virgen Vargas¹, Israel Rojas Martínez² y Miguel Angel Avila Perches³

¹Campo Experimental Valle de México. INIFAP. Carretera Los Reyes-Textcoco, km 13.5. Coatlinchán, Textcoco, Estado de México. C. P. 56250. Tel. 01 595 9212738. Ext. 198. (jvirgen_vargas@hotmail.com). ²Sitio Experimental Tlaxcala. INIFAP. Carretera Tlaxcala-Chiautempan, km 2.5. C. P. 90800. Chiautempan, Tlaxcala, México.

³Campo experimental Bajío. INIFAP. Carretera. Celaya-San Miguel de Allende, km 6.5. Celaya, Guanajuato. México. C. P. 38110. (aperchesm@yahoo.com.mx). [§]Autor para correspondencia: arevajolu@yahoo.com.mx.

RESUMEN

El mejoramiento genético de maíz en los Valles Altos, ha permitido desarrollar en la última década, híbridos con alto rendimiento, porte bajo de planta y resistencia al acame, que han sido productos de la combinación de líneas progenitoras de Valles Altos del INIFAP y del CIMMYT (Arellano *et al.*, 1997). El H-70 resultó de esa combinación como un híbrido trilineal, de grano blanco y textura semicristalina, con adaptación favorable a altitudes de 2 200 a 2 600 m, de madurez intermedia, ya que logra su floración masculina o espigamiento a 100 días y la femenina o jiloteo a 102 días, en promedio. Presenta altura de planta de 2.4 m y de mazorca de 1.4 m. Es resistente al acame, y a enfermedades de planta y mazorca. El rendimiento varía de 4 a 13.3 t ha⁻¹, bajo densidad de 65 mil plantas ha⁻¹. La mazorca tiene en promedio una longitud de 16 cm con 18 hileras y 34 granos por hilera. El peso de mazorca es de 180 g y su relación grano/mazorca es 86%. El peso de 100 granos es de 43.3 g. La cosecha se puede realizar a 180 días, con un contenido de humedad en grano de 25 a 26%, por lo que la mazorca debe someterse a un proceso de secado para reducir la humedad al 14%. Si el productor no dispone de almacenes para secado, puede efectuar la cosecha a 210 días con un contenido de humedad

ABSTRACT

The genetic improvement of maize in Valles Altos, has allowed the development of hybrids with high yield, low bearing and resistance to lodging disease in the past decade; which have been products of the parent lines combination of Valles Altos of INIFAP and CIMMYT (Arellano *et al.*, 1997). H-70 resulted from that combination as a trilinear hybrid, with white grains and semi-crystalline texture, with favorable adaptation to elevations of 2 200 to 2 600 m, intermediate maturity, as it achieves male flowering or tasseling at 100 days and female or silking at 102 days, on average. Presents plant height of 2.4 m and cob height of 1.4 m. It is resistant to lodging disease and plant and cob diseases. Yield fluctuates from 4 to 13.3 t ha⁻¹, under a density of 65 000 plants ha⁻¹. The cob has an average length of 16 cm, with 18 rows and 34 grains per row. Cob weight is 180 g and the grain/cob ratio is 86%. The average weight of 100 grains is 43.3 g. Harvesting can be done at 180 days, with a grain moisture content of 25 to 26%, so the cob must undergo a drying process to reduce moisture down to 14%. If the producer does not have a dry storage, he can harvest at 210 days with a grain moisture content of 18% to 19% and continue with the natural cob drying. The yields obtained with H-70 exceeded in 13% the yield of commercial hybrids. The genetic constitution of this

* Recibido: febrero de 2011
Aceptado: agosto de 2011

del grano de 18% a 19% y procurar que la mazorca continúe su secado natural. Los rendimientos obtenidos con H-70 superaron 13% el rendimiento de híbridos comerciales. La constitución genética de este híbrido permite prosperar favorablemente a niveles distintos de precipitación pluvial y la siembra en áreas con retraso del temporal hasta el 15 de mayo. Su porte de planta facilita la siembra intensiva con 70 000 plantas ha^{-1} para producción de grano y tiene potencial para la producción de forraje en áreas de riego y buen temporal. El principal impacto económico del H-70 es la diferencia de 3 a 7 t ha^{-1} sobre el rendimiento de la semilla criolla, que representan de 7 a 14 mil pesos por ha. Este incremento hace rentable la producción de maíz.

Palabras clave: *Zea mays* L., grano blanco semicristalino, híbrido trilineal, madurez tipo intermedio.

En el Altiplano central de México se siembran 1 689 572 hectáreas con maíz y se encuentran distribuidas en tres estratos de producción: 1) riego con alto rendimiento; 2) temporal con alto rendimiento; y 3) temporal con bajo rendimiento, que cubren superficies de 12.6, 48.3 y 39% del total. A esos estratos les corresponden rendimientos promedio de 3.2, 2.2 y 1.2 t ha^{-1} , respectivamente; que contrastan con los rendimientos experimentales factibles de 8.2, 5.8 y 2.8 t ha^{-1} , y permiten establecer un diferencial o potencial de rendimiento por estrato de 5, 3.6 y 1.6 t ha^{-1} (Arellano, 1984).

Prácticamente en toda la región es factible elevar los rendimientos de maíz; no obstante, el impacto que se puede lograr en los estratos de riego y temporal favorable, es de efecto a corto plazo y de mayor magnitud. Ahora bien, sin considerar las condiciones ambientales impredecibles, se ha propuesto que para lograr mayor rendimiento a través de múltiples condiciones ambientales, se requieren genotipos que mantengan un comportamiento consistente y rendimiento alto (Kang, 1998; Lu'quez *et al.*, 2002), y esto es factible en función del potencial genético del híbrido.

En términos de la estratificación de la superficie indicada del Altiplano central de México y de la adaptabilidad del H-70, se establece que existen al menos 675 000 ha, donde el nuevo híbrido de maíz puede participar con éxito para incrementar los rendimientos, las cuales corresponden a la superficie de riego, a 50% de las áreas de temporal con alto rendimiento y 25% de las de temporal con bajo rendimiento.

hybrid allows it to positively thrive at different rainfall levels and planting in areas with rainfall delay until May 15th. Its plant bearing provides intensive planting with 70 000 plants ha^{-1} for grain production and it has potential for forage production in irrigated areas and a good rainfall. The main economic impact of H-70 is the difference of 3 and 7 t ha^{-1} over the yield of native seeds, representing 7 to 14 thousand pesos per hectare. This increase makes profitable the maize production.

Key words: *Zea mays* L., semi-crystalline white grain, trilinear hybrid, intermediate type maturity.

In the central Highlands of Mexico, 1 689 572 ha are planted with corn and are distributed in three production layers: 1) irrigation with high yield; 2) rainfed with high yield; and 3) rainfed with low yield; covering surfaces of 12.6, 48.3 and 39% of the total. In these layers there are average yields of 3.2, 2.2 and 1.2 t ha^{-1} , respectively; contrasting with experimental feasible yields of 8.2, 5.8 and 2.8 t ha^{-1} , which allow to establish for a differential or yield potential per layer of 5, 3.6 and 1.6 t ha^{-1} (Arellano, 1984).

Virtually, in the entire region is feasible to raise maize yield; however, the impact that can be achieved in irrigation and favorable rainfed strata, is of short-term effect and larger magnitude. However, without considering the unpredictable environmental conditions, it has been proposed that in order to achieve higher yield across multiple environmental conditions, genotypes that can maintain a consistent behavior and high yield are required (Kang, 1998; Lu'quez *et al.*, 2002); this is suitable according to the hybrid's genetic potential.

In terms of stratification of the indicated surface of the central highlands of Mexico and the H-70 adaptability, it is stated that there are at least 675 000 ha in which the new hybrid maize can successfully participate in order to increase yield; which correspond to irrigation surface, 50% of rainfed areas with high yield and 25% of rainfed with low yield.

Generation of hybrid H-70

The hybrid H-70, was generated from the inbred lines Mich. 21 Comp. 1-7-2-14-1-3 with S_5 inbreeding level, identified in its registration as M-54 and Tlaxcala 151 SFC1-11-2-2 with S_4 inbreeding level, registered as M-55. Both lines were generated by the pedigree method. The crossing of these lines originated the female parent M-54*M-55, which crosses with CML-242 registered line to generate the hybrid H-70. The CML-242 line has an inbreeding level of S_8 ,

Generación del híbrido H-70

El híbrido H-70 se generó a partir de las líneas endogámicas Mich. 21 Comp.1-7-2-14-1-3 con nivel de endogamia S_5 , identificada en su registro como M-54 y Tlaxcala 151 SFC1-11-2-2-2 con nivel de endogamia S_4 , registrada como M-55. Ambas líneas se generaron por el método de pedigrí con selección. La cruce de esas líneas dio origen al progenitor hembra, M-54*M-55, el cual se cruza con la línea registrada CML-242, para generar el híbrido H-70. La línea CML-242 cuenta con nivel de endogamia S_8 , derivada de la población 85, blanco precoz semidentado, obtenida en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), cuya genealogía es Batán 8785 MH 10-1-1-2TL-1-3TL-3-1TL-b.

El origen de la línea M-54 se remonta al año 1943 cuando se colectó en Zacapu Michoacán, la variedad criolla denominada Michoacán 21, junto con otras colectas obtenidas en El Bajío, Jalisco y la Mesa Central fueron evaluadas por rendimiento en 1944 y 1945 (Wellhausen, 1947). La línea M-55 fue obtenida de la variedad criolla Tlaxcala-151, originaria de Huamantla, Tlaxcala que fue colectada en 1972. El proceso de derivación y selección de líneas del H-70, se realizó de 1946 a 1984. Durante el periodo de 1985 a 2009 se obtuvieron, evaluaron y seleccionaron cruza simples experimentales de la hembra, la línea macho CML-242 de CIMMYT y el híbrido trilineal H-70.

En la Figura 1, se muestra el esquema de obtención del híbrido H-70 a partir de mazorcas representativas de los progenitores, en las distintas etapas de desarrollo del híbrido. Se puede observar que el progenitor M-54 es de mazorca pequeña de tipo cónico, con grano redondo de textura semiharinosa y color cremoso; en tanto, la línea M-55 es de mazorca larga con hileras irregulares y grano delgado puntiagudo y semicristalino de color blanco.

El cruzamiento de ambos progenitores genera al progenitor hembra M-54*M-55 del H-70, que exhibe heterosis considerable en tamaño y peso de la mazorca, de tipo cónico con grano de textura dentada de color blanco cremoso. El progenitor hembra se cruza con el progenitor macho o polinizador CML-242, de mazorca chica con hileras regulares, de grano semicristalino y color blanco; el producto de esta combinación, es el nuevo híbrido H-70 de mazorca grande tipo cónico-cilíndrico de hileras regulares con grano tipo semicristalino de color blanco.

derived from the population 85, early white semi-toothed, obtained in the International Maize and Wheat Improvement Centre (CIMMYT), whose genealogy is Batán 8785 MH 10-1-1-2TL-1-3TL-3-1TL-b.

The origin of M-54 line dates back to 1943, when it was collected in Zacapu, Michoacán, the landrace maize Michoacán 21; along with other collections obtained in El Bajío, Jalisco and the Central Plateau were evaluated for yield in 1944 and 1945 (Wellhausen, 1947). M-55 line was obtained from the landrace Tlaxcala-151, originated in Huamantla, Tlaxcala, which was collected in 1972. The derivation and selection process of lines from H-70 was conducted from 1946 to 1984. During the period 1985 to 2009, experimental single crosses of the female, male line of CIMMYT CML-242 and trilinear hybrid H-70 were obtained, assessed and selected.

Figure 1 shows the obtainment schema of hybrid H-70, from the progenitors' representative cobs at different stages of the hybrid's development. It is noted that progenitor M-54 has small ear cone type, with round grain, semi-floury texture and creamy color; meanwhile, the M-55 line has long cobs with irregular rows, white semi-crystalline thin pointy grain.

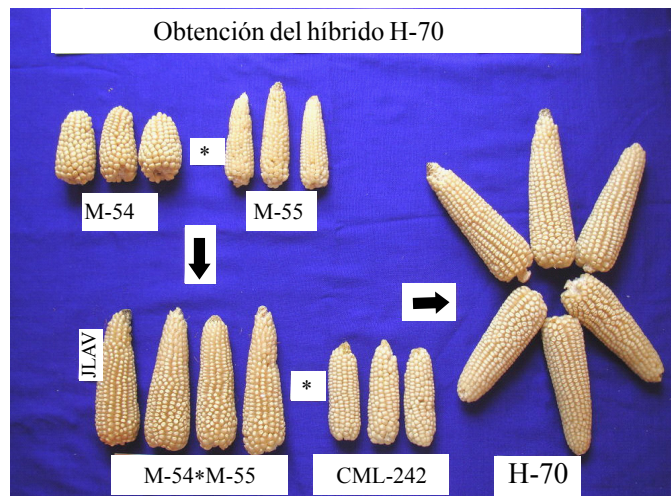


Figura 1. Esquema de obtención del híbrido H-70, tipo de mazorca de los progenitores y del híbrido.

Figure 1. Obtaining schema of hybrid H-70 and the cob type of parents and hybrid.

The crossing of both parents creates the M-54*M-55 female parent of H-70, which exhibits considerable heterosis in cobs size and weight, conical type, toothed-texture grain, creamy-white color. The female parent is crossed with male parent or pollinator CML-242, which has small cob with regular rows, semi-crystalline and white grain; the

Inscripción del H-70 en el catálogo nacional de variedades vegetales

Con base en la ley de producción, certificación y comercio de semillas vigente en México y después de haber reunido los requisitos para su inscripción, el híbrido de maíz H-70 fue inscrito en 2010 en el Catálogo Nacional de Variedades de Vegetales (CNVV) con el número de registro MAZ-1090-100910 (SNICS, 2010).

Descripción de las características morfológicas del H-70 y sus progenitores

En el Cuadro 1 se presentan las principales características morfológicas del H-70, de la cruza simple hembra (M-54*M-55) y de la línea macho (CML-242) con base en la guía técnica (SNICS, 2004) y en el manual gráfico para la descripción varietal de maíz del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, 2006).

product of this combination is the new hybrid H-70 with large conical-cylindrical cob type, regular rows of white semi-crystalline grain type.

H-70 enrollment in the National Catalogue of Plant Varieties

Based on the law of production, certification and trade of seeds in force in Mexico and having met the requirements for registration, the hybrid maize H-70 was registered in 2010 in the National Catalogue of Varieties of Plants (CNVV), with the registration number MAZ-1090-100910 (SNICS, 2010).

Description of the morphological characteristics of H-70 and their progenitors

The Table 1 shows the main morphological characteristics of H-70, the single-cross female (M-54*M-55) and the male line (CML-242), based on the technical guide

Cuadro 1. Características morfológicas del maíz híbrido H-70, la cruza simple (M-54*M-55) y la línea macho CML-242. Table 1. Morphological characteristics of hybrid maize H-70, single-cross (M-54*M-55) and CML-242 male line.

Características	Descripción		
	H-70	M-54*M-55	CML-242
Coloración de la vaina por antocianinas en la primera hoja	Ausente o débil	Ausente	Ausente
Disposición de la lámina en la hoja de la mazorca	Ligeramente curvada-curva	Ligeramente curvada	Rectilínea
Orientación de hojas arriba de la mazorca superior	Erecta-semierecta	Semirecta a Semihorizontal	Erecta a semierecta
Ondulación del margen laminar de la hoja de la mazorca superior	Ligeramente ondulado	Ligeramente ondulado	Ligeramente ondulado
Arrugas longitudinales en la hoja de la mazorca superior	Ausentes	Ocasional a siempre presentes	Ocasionalmente presentes
Color de la vaina en la hoja de la mazorca	Verde a verde oscuro	Verde a verde oscuro	Verde limón a verde normal
Pubescencia sobre el margen de la hoja de la mazorca	Muy abundante	Abundante a muy abundante	Intermedia
Cubrimiento de panoja por la hoja bandera	Ausente a leve	Ausente a leve	Ausente a leve
Días a 50% de floración (anthesis)	73-79 (2 300 msnm)	68-79 (2 300 msnm)	73-79 (2 300 msnm)
Coloración por antocianinas en la base de las glumas en el tercio medio del eje principal de la panoja	Ausente a tenue	Intermedia a muy fuerte	Ausente a tenue
Coloración por antocianinas en las glumas (excluida la base) en el tercio medio del eje principal de la panoja	Ausente a intermedia	Ausente a tenue	Ausente a tenue
Longitud de panoja (cm)	27-43	27-43	16-31
Días a 50% de la floración femenina	73-79 (2 300 msnm)	73-84 (2 300 msnm)	80-86 (2 300 msnm)
Coloración por antocianinas en los estigmas	Ausente	Ausente	Presente

Cuadro 1. Características morfológicas del maíz híbrido H-70, la cruza simple (M-54*M-55) y la línea macho CML-242 (Continuación).**Table 1. Morphological characteristics of hybrid maize H-70, single-cross (M-54*M-55) and CML-242 male line (Continuation).**

Características	Descripción		
	H-70	M-54*M-55	CML-242
Coloración de la base de los estigmas del jilote superior	Amarilla	Amarilla	Rosa
Coloración por antocianinas en la vaina de la hoja (en la parte media de la planta)	Ausente o muy débil	Débil a medio	Ausente o muy débil
Altura desde el ras del suelo hasta el nudo de inserción de la mazorca principal (cm)	130-140	130-150	60-80
Longitud de mazorca, de la base al ápice (cm)	10-20	10-20	10-15
Diámetro de la mazorca de la parte central (cm)	4.1-6	4.1-6	4.1-5
Forma de la mazorca	Cónica-cilíndrica	Cónica	Cónica-cilíndrica
Número de hileras por mazorca	12-22	12-22	12-18
Número de granos por hilera en la mazorca	21-40	21-40	20-30
Tipo de grano en el tercio central de la mazorca	Semicristalino	Semidentado-semicristalino	Semicristalino
Color de grano sin desgranar	Blanco-cremoso	Blanco-cremoso	Blanco-cremoso
Color de endospermo	Blanco	Blanco	Blanco
Coloración de las glumas	Ausente	Ausente	Blanco

Comportamiento agronómico del H-70 en localidades de Valles Altos

El comportamiento agronómico del híbrido H-70 fue evaluado en 30 localidades de 2007 a 2009, las localidades fueron representativas de ambientes de temporal deficiente, intermedio y favorable o con riego de auxilio, que han sido designados como “ambientes pobres”, “intermedios” y “favorables”; con el propósito de estudiar mejor el comportamiento del rendimiento global y la interacción genotipo*ambiente del rendimiento de los híbridos, en función del tipo de ambiente de producción. A nivel global los rendimientos variaron de 4 a 13.3 t ha⁻¹, que representan valores de 94 a 161% sobre el rendimiento conjunto de los testigos comerciales H-40, H-48, Quetzal, Promesa y AS-722.

El número de días a floración masculina osciló entre 75 y 112, que corresponden a sitios ubicados a 2 200 y 2 650 msnm, respectivamente; es decir, a mayor altitud la emergencia, desarrollo de la espiga y dispersión del polen es más lento debido a temperaturas más bajas del lugar. Respecto a la altura de planta, H-70 mostró un porte de planta que varió de 175 a 250 cm, la mayor altura de

(SNICS, 2004) and the graphic manual for varietal description of maize of the National Seed Inspection and Certification Service (SNICS, 2006).

Agronomic performance of H-70 at locations in Valles Altos

The agronomic performance of H-70 hybrid, was evaluated in 30 locations from 2007 to 2009, the localities were representative of poor, intermediate and favorable rainfed environments or with auxiliary irrigation, which have been designated as “poor environment, intermediate and favorable” in order to better study the behavior of the overall performance and genotype*environment interaction of hybrids yield, depending on the type of production environment. Overall, yield ranged from 4 to 13.3 t ha⁻¹, which represent values from 94 to 161% on the overall yield of the commercial controls H-40, H-48, Quetzal, Promise and AS-722.

The number of days to male flowering ranged between 75 and 112, corresponding to sites located at 2 200 and 2 650 masl, respectively; i. e., at higher elevations, the emergence, stem development and pollen dispersal is slower due to the

planta generalmente se asocia con ambientes de mayor altitud y muy húmedos. El acame de planta que mostró H-70 osciló entre 0 y 6%, lo cual representa valores de acame de mínimo a moderado. Las medias a través de localidades para rendimiento, floración masculina, altura de planta y acame de planta fueron de 7.3 t ha⁻¹, 100 días, 207 cm y 6%, respectivamente.

El H-70 fue 13% superior en rendimiento respecto al promedio de los testigos comerciales. De manera particular en ambientes de producción favorable el H-70 rindió 9.5 t ha⁻¹ y superó a los híbridos comerciales en 8%, mientras que en ambientes de producción intermedia, rindió 6.5 t ha⁻¹ e incrementó a los testigos 16% y en ambientes pobres rindió 4.4 t ha⁻¹ y rebasó a los testigos 15%. En base a los resultados indicados, se considera al H-70 como un híbrido de alto rendimiento estable (Cuadro 2).

lower temperatures of the place. Regarding plant height, H-70 showed a plant size ranging from 175 to 250 cm, higher plants are usually associated with high elevation and wet environments. The plant lodging that H-70 showed ranged from 0 to 6%, which represents minimal to moderate values of lodging. The averages across locations for yield, male flowering, plant height and plant lodging were 7.3 t ha⁻¹, 100 days, 207 cm and 6%, respectively.

The H-70 was 13% higher in yield than the average of the commercial controls. In particular, in favorable production environments H-70 yielded 9.5 t ha⁻¹ exceeding commercial hybrids in 8%, while in intermediate production environments, yielded 6.5 t ha⁻¹ increasing controls in 16% and in poor environments it yielded 4.4 t ha⁻¹ exceeding controls in 15%. Based on those results, H-70 is considered as a stable high-yield hybrid (Table 2).

Cuadro 2. Porcentaje del rendimiento respecto a los testigos y caracteres del maíz híbrido H-70 en Valles Altos.

Table 2. Yield percentage against controls and characters of hybrid maize H-70 in Valles Altos.

Localidad	Rendimiento (t ha ⁻¹)	(%) del testigo	FM (días)	AP (cm)	Acame (%)
Ambientes favorables (11 localidades)					
Francisco Villa, Tlaxcala, 2007	7.4	105	100	222	8
Mazapa, Tlaxcala, 2007	9.2	129	102	203	3
Panotla, Tlaxcala, 2007	9.1	135	94	247	5
Almoloya, Estado de México, 2007	8.5	101	104	222	6
Calimaya, Edo. de México, 2007 marzo	10.7	102	105	212	6
Calimaya, Edo. de México, 2007 abril	10.4	100	104	240	5
San Luis Huamantla, Tlaxcala, 2008	8	98	99	237	6
Tlatempa, Tlaxcala, 2009	10.2	105	85	288	9
Huamantla, Tlaxcala, 2009	8.8	95	105	239	6
Calpulalpan, Tlaxcala, 2009	13.3	110	92	206	9
Coatlinchan, Estado de México, 2009	9	112	84	210	0
$\bar{X}$	9.5	108	98	238	6
Ambientes intermedios (10 localidades)					
Huamantla, Tlaxcala, 2007	6	116	96	205	5
Xalpatlahuaya, Tlaxcala, 2007	6.3	150	95	180	4
Ignacio Allende, Tlaxcala, 2007	6.8	161	103	172	0
Cerrillo Piedras B. Edo. de México, 2007	5.8	128	104	183	6
Francisco Villa, Tlaxcala, 2008	6.5	101	102	189	3
Altzayanca, Tlaxcala, 2008	6.7	105	106	203	6
Almoloya de J. Edo. de México, 2008	6.5	94	106	210	7
Atlacomulco, Estado de México, 2008	6.7	108	102	197	3
Metepec, Estado de México, 2008	6.6	96	108	252	6
S N Tlaminca, Estado de México, 2008	7.1	107	92	213	4
$\bar{X}$	6.5	116	101	200	5

Testigo promedio comercial de: H-40, H-48, Quetzal, Promesa y AS-722.

Cuadro 2. Por ciento del rendimiento respecto a los testigos y caracteres del maíz híbrido H-70 en Valles Altos (Continuación).
Table 2. Yield percentage against controls and characters of hybrid maize H-70 in Valles Altos (Continuation).

Localidad	Rendimiento (t ha ⁻¹)	(%) del testigo	FM (días)	AP (cm)	Acame (%)
Ambientes pobres (9 localidades)					
Espíritu Santo, Tlaxcala, 2008	4.1	96	98	220	5
Estación Muñoz, Tlaxcala, 2008	5.2	130	104	227	0
Tlaxcoapan Malinche, Tlaxcala, 2008	4.3	102	100	207	10
Emiliano Zapata, Tlaxcala, 2008	4	111	110	167	5
Coatlinchán, Estado de México, 2008	4.3	102	77	196	10
Papalotla, Tlaxcala, 2009	5.4	122	94	140	8
Emiliano Zapata, Tlaxcala, 2009	4.6	127	118	190	5
Nicolás Bravo, Tlaxcala, 2009	4	108	98	145	5
Cuahuixmatlac, Tlaxcala, 2009	4.2	140	115	165	10
$\bar{X}$	4.4	115	101	184	6
$\bar{X}$ general	7.3	113	100	207	6

Testigo promedio comercial de: H-40, H-48, Quetzal, Promesa y AS-722.

Caracteres de productividad de semilla de los progenitores del H-70

La productividad de los progenitores que se estudiaron en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX), con altitud de 2 240 m fue de 2.65 t ha⁻¹ de grano para la línea M-54, 2.5 t ha⁻¹ para la línea M-55, y 2 t ha⁻¹ para la línea CML-242, promedio de las densidades de población de 62 000 y 83 000 plantas ha⁻¹ (Virgen *et al.*, 2009).

En el CEVAMEX, la cruza simple hembra del H-70 produjo 10 t ha⁻¹ en fecha de siembra de 20 de mayo; en tanto, que en terrenos de productores en las localidades de Espíritu Santo y Francisco Villa, Tlaxcala, en altitudes de 2 480 y 2 540 m, la cruza simple produjo 6.5 t ha⁻¹ en promedio, con densidad de población de 83 000 plantas ha⁻¹ y fechas de siembra de 5 de mayo y 19 de abril (Virgen *et al.*, 2009). Ese rendimiento fue superior a todas las cruza simples evaluadas y superó de 1.5 a 3 t ha⁻¹ a las cruza hembras de los híbridos comerciales H-40 y H-50.

CONCLUSIONES

El periodo de siembra recomendado para la producción de semilla certificada en el Altiplano central de México es durante el mes de abril, mientras que la relación de siembra hembra-macho es 6:2; el progenitor macho

H-70 progenitor's seed productivity characters

The productivity of the parents studied in the Valley of Mexico Experimental Station (CEVAMEX), with an elevation of 2 240 m was 2.65 t ha⁻¹ of grain for M-54 line, 2.5 t ha⁻¹ for M-55 line, and 2 t ha⁻¹ for CML-242 line, the average population density was 62 000 and 83 000 plants ha⁻¹ (Virgen *et al.*, 2009).

In CEVAMEX, the single-cross female of H-70 produced 10 t ha⁻¹ in planting date of May 20th; while on land of farmers at Espíritu Santo and Francisco Villa, Tlaxcala villages, at elevations of 2 480 and 2 540 m, the single crosses produced 6.5 t ha⁻¹ on average, with population density of 83 000 plants ha⁻¹ and planting dates of May 5th and April 19th (Virgen *et al.*, 2009). That yield was superior to all single crosses tested and exceeded from 1.5 to 3 t ha⁻¹ to female crosses of commercial hybrids H-40 and H-50.

CONCLUSIONS

The recommended planting period for certified seed production in the central highlands of Mexico is during April, while male-female planting ratio is 6:2; the male parent should be planted one week before the female, with a density of 65 000 plants ha⁻¹ for the female parent and 55 000 plants ha⁻¹ for the male. The beginning of detasseling is when the tassel emerges, it is recommended

se debe sembrar una semana antes que la hembra, con densidad de 65 000 plantas ha⁻¹ para el progenitor hembra y 55 000 plantas ha⁻¹ para el macho. El inicio del desespigamiento es cuando emergen las espigas, se recomienda realizar esta actividad en seis jornadas y en la última se elimina la espiga con la hoja bandera (Arellano *et al.*, 2010).

LITERATURA CITADA

- Arellano, V. J. L. 1984. Problemática de la producción de maíz y logros en su mejoramiento genético en la Mesa Central de México. *Revista Chapingo*. 43-44:19-30.
- Arellano, V. J. L.; Castillo, G. F.; Alcantar, G. G. y Martínez, G. A. 1997. Parámetros genéticos de la eficiencia en el uso del nitrógeno en líneas de maíz de Valles Altos. *In: Developing drought-and low tolerant maize. Proceedings of a Symposium*. Edmeades, G. O.; Bazinger, M.; Mickelson, H. R. and Peña-Valdivia, C. B. (eds.). CIMMYT. El Batán, México. 320-325 pp.
- Arellano, V. J. L.; Virgen, V. J.; Ávila, P. M. A. y Rojas, M. I. 2010. H-70: Nuevo híbrido de maíz precoz para el Altiplano Central de México. *Campo Experimental Valle de México*. INIFAP. Memoria técnica. Núm. 11. 36-37 pp.
- Kang, M. S. 1998. Using genotype-by-environment interaction for crop cultivar development. *Adv. Agron.* 62:199-252.
- Lu'quez, J. E.; Aguirrezabal, L. A. N.; Agüero, M. E. and Pereyra, V. R. 2002. Stability and adaptability of cultivars in non-balanced yield trials: comparison of methods for selecting high oleic sunflower hybrids for grain yield and quality. *J. Agron. Crop Sci.* 188:225.
- to perform this activity in six days and in the last one it has to be removed the tassel with the flag leaf (Arellano *et al.*, 2010).
- End of the English version*
-
- 
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas (SNICS). 2004. Guía técnica para la descripción varietal. Maíz (*Zea mays* L.). SAGARPA. Distrito Federal, México. 22 p.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas (SNICS). 2006. Manual gráfico para la descripción varietal del maíz (*Zea mays* L.). SAGARPA. Distrito Federal, México. 115 p.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas (SNICS). 2010. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV). SAGARPA. Distrito Federal, México. 15 p.
- Virgen, V. J.; Arellano, V. J. L.; Ávila, P. M. A. y Gutiérrez, H. G. F. 2009. Rendimiento y calidad de semilla de líneas de maíz en dos densidades de población. 55 Reunión Anual del PCCMCA, 7-11 de septiembre. San Francisco de Campeche. México. Memoria. 42 p.
- Virgen, V. J.; Arellano, V. J. L.; Rojas, M. I. y Ávila, P. M. A. 2009. Producción de semilla de cruza simples de híbridos de maíz en tres localidades de Valles Altos de México. 55 Reunión Anual del PCCMCA, 7-11 de septiembre. San Francisco de Campeche, México. Memoria. 43 p.
- Wellhausen, E. J. 1947. Comparación de variedades de maíz obtenidas en el Bajío, Jalisco y la Mesa Central. Programa de Agricultura Cooperativo de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México y Fundación Rockefeller. Folleto técnico. Núm. 1. 40 p.