

VARIETADES MEJORADAS NO CONVENCIONALES DE MAÍZ PARA AGROSISTEMAS DE MEDIANA PRODUCTIVIDAD*

NON CONVENTIONAL IMPROVED MAIZE VARIETIES AS AN ALTERNATIVE FOR MEDIUM PRODUCTIVITY AGROSYSTEMS OF THE HIGH VALLEYS

Alejandro Espinosa Calderón¹, Margarita Tadeo Robledo² y Alfredo Tapia Naranjo³

¹ Dr., Líder Nacional del Programa de Producción de Semillas, INIFAP, SAGAR, Serapio Rendón 83, 2° Piso, Col. San Rafael, Delegación Cuauhtémoc, 06470, México, D.F. e-mail: espinoal@inifap2.inifap.conacyt.mx. ² Dra., Coordinadora de Cátedra de Semillas y Profesora de Asignatura, Ingeniería Agrícola, FESC-UNAM, Cuautitlán Izcalli, México. ³ Dr., Director de Coordinación y Vinculación del estado de Querétaro, INIFAP, SAGAR.

RESUMEN

En los Valles Altos de México (2200 a 2500 msnm) el uso de semilla mejorada apenas alcanza un 6%. El programa gubernamental Kilo por Kilo promueve variedades e híbridos de maíz para condiciones de riego y muy buena productividad; sin embargo, para las provincias agronómicas de buena y mediana productividad se requiere de otras alternativas entre las que se encuentran los híbridos no convencionales. Las variedades criollas o mejoradas de polinización libre tienen arraigo entre los agricultores, pero su potencial de rendimiento es limitado, por lo que una posibilidad de su uso es en combinaciones con híbridos bajo la finalidad de mejorar sus características agronómicas y elevar su productividad. En los ciclos de primavera verano 1993 y 1998 se evaluaron cruces de variedades mejoradas y nativas con híbridos de cruce simple; en ambos ciclos estos cruzamientos se compararon con los progenitores y testigos comerciales. Los híbridos no convencionales superaron en rendimiento a las variedades nativas y mejoradas de polinización libre hasta en 40%. El mejor testigo comercial (H-50, con 5.5 t ha⁻¹) fue superado en 14.9% por la mejor cruce no convencional (6.3 t ha⁻¹). Además, en las variedades no convencionales se mejoraron algunas características agronómicas como posición de mazorca y altura de planta, tolerancia al acame y precocidad.

Palabras clave: *Zea mays*, híbridos, producción de semilla, variedades de polinización libre.

ABSTRACT

In the high Valleys of Mexico (2200 to 2500 meters above sea level) the use of improved varieties is low (6%). Varieties and hybrids that are promoted by the Kilo x Kilo Program for irrigated and high productive environments, therefore it would be convenient to have alternative varieties, for good and medium productivity environments, these could be non conventional hybrids. The local landrace or improved open pollinated varieties are used by farmers, but their yield potential is limited, therefore the possibility is to use them in combinations with a hybrid that may improve its agronomic characteristics and increase its productivity, during the spring summer seasons of 1993 and 1998 crosses of improved varieties with simple cross hybrids were evaluated, in both studies these crosses were compared with the progenitors, as well as a group of commercial checks, in both experiments the non conventional hybrid surpassed the yield of landrace and open pollinated improved varieties, up to 40%. The best commercial check (H-50 with 5.5 t ha⁻¹) was surpassed by 14.9% by the best non conventional cross (6.3 t ha⁻¹). Non conventional varieties also had a better cob position and plant height, tolerance to lodging and early maturing.

Key words: *Zea mays*, hybrids, seed production, open pollinated varieties.

* Fecha de recepción : 30 de junio de 1998

Fecha de aceptación: 21 de enero de 1999

INTRODUCCION

En México el uso de semilla certificada de maíz es bajo (26%); con este antecedente en los últimos años el programa gubernamental Kilo por Kilo ha subsidiado el uso de semilla mejorada al intercambiar con los productores semilla mejorada por semilla de materiales criollos. Este programa se ha dirigido a las áreas de riego y temporal con alto potencial de rendimiento, donde el uso de variedades mejoradas aún no se generaliza; sin embargo, existen amplias superficies de mediano potencial en las cuales, por las condiciones socioeconómicas de los productores, el tipo de material genético más adecuado son las variedades de polinización libre, que se adaptan mejor a condiciones limitantes de humedad y suelo. Particularmente en los Valles Altos de México (2200 a 2500 msnm) el uso de semilla mejorada es bajo (6%). Para esta región en el INIFAP se han liberado los híbridos trilineales y dobles H-40, H-42, H-44, H-48, H-50 y H-137 que requieren mejores condiciones de manejo; en cambio, para condiciones de mediana productividad, donde predominan productores de escasos recursos, las variedades mejoradas de polinización libre, incluyendo los criollos de la región, son la opción disponible, pero el uso de semilla certificada es mínimo.

En algunas regiones del país los propios agricultores mezclan semilla de sus variedades criollas con un material mejorado para que se crucen, y la semilla que obtienen la siembran por varias generaciones. En regiones donde se siembran híbridos se ha explorado la combinación entre híbridos comerciales (Valdivia y Vidal, 1994; Morales *et al.*, 1998), y en regiones de mediana productividad se ha combinado material nativo con variedades mejoradas (Cañedo *et al.*, 1998), y se han obtenido resultados favorables: la variedad local garantiza la adaptación y la diversidad genética para tener heterosis al cruzarse con la variedad mejorada. Además, esta opción facilita la producción de semilla y, por ende, una más rápida adopción por parte de los productores (Espinosa *et al.*, 1996).

El objetivo del presente trabajo fue explorar combinaciones entre materiales criollos y mejorados de maíz con híbridos sembrados en los Valles Altos de México.

En el Campo Experimental de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESC-UNAM), ubicado a 2240 msnm, en el ciclo primavera-verano 1992 se obtuvieron los siguientes

híbridos no convencionales: Ixtlahuaca x H-34, Ixtlahuaca x 417, Almoloya x H-34, S. Yeche x H-34, Acambay x H-34, VS-22 x 417, H-33 x 417. Las cruza resultantes se evaluaron con testigos comerciales en el ciclo 1993 en el mismo campo experimental. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

En el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX), del INIFAP, ubicado a 2240 msnm, en el ciclo primavera-verano 1997 se combinaron nueve variedades nativas colectadas en diferentes localidades de la región de Valles Altos con un híbrido simple, de ciclo y porte de planta intermedio y posición baja de mazorca.

MATERIALES Y METODOS

Los progenitores, sus cruza resultantes y cinco testigos comerciales, se evaluaron en el ciclo primavera-verano 1998 en la misma localidad del CEVAMEX. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. En ambas localidades la unidad experimental estuvo constituida por dos surcos de 5.0 m de largo.

En el Campo Experimental de la FESC-UNAM el experimento se sembró el 15 de junio de 1993 y en el CEVAMEX el 29 de junio de 1998, fechas que se consideran retrasadas, ambos en condiciones de temporal. De acuerdo a las recomendaciones técnicas regionales, la distancia entre surcos fue de 80 cm, la densidad de población de 45,000 plantas ha⁻¹ y un tratamiento de fertilización de 80-40-00 (N-P-K).

Las variables evaluadas fueron las siguientes: rendimiento de grano al 12% de humedad, días de la siembra a la floración masculina y femenina, alturas de planta y mazorca (cm). Se realizó un análisis de varianza, y cuando se detectaron diferencias estadísticas se aplicó la prueba de Tukey (0.05 de probabilidad).

RESULTADOS Y DISCUSION

En ambos experimentos a través de los análisis de varianza se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos para la variable rendimiento; y diferencias significativas para las variables altura de mazorca y floración masculina. La variable altura de planta no presentó diferencias significativas.

En el primer experimento la variable rendimiento tuvo un coeficiente de variación (CV) de 7.7% y en el segundo de 12.7%, lo que da confiabilidad a la información al tratarse de valores que indican un error experimental bajo; la media de rendimiento fue de 7980 kg ha⁻¹ y 4048 kg ha⁻¹, respectivamente, diferencia que se atribuye a la fecha de siembra, cantidad y distribución de las lluvias en los años y localidades de prueba.

En 1993 el máximo rendimiento, 9948 kg ha⁻¹, correspondió al híbrido simple H-34; el híbrido de cruce doble H-33, que sustituyó al H-34 (Espinosa, 1993a), fue estadísticamente igual en rendimiento que el primero. En el caso de los híbridos se obtuvieron 39 buenos rendimientos, pero las variedades Ixtlahuaca, Santiago Yeche y Acambay, que tuvieron un bajo rendimiento *per se*, al combinarse con el híbrido simple H-34 aumentaron el rendimiento en 37.3%, 21.9% y 20.8%, respectivamente (Cuadro 1).

Los rendimientos de las cruzas VS-22 x 417 y H-33 x 417 fueron sobresalientes (9425 y 9728 kg ha⁻¹, respectivamente). En el primer caso el rendimiento fue

muy similar al de la variedad VS-22, y en el segundo el rendimiento fue 7% superior al del H-33, lo que representa una ventaja al manejarse como híbrido no convencional. El rendimiento de la cruce Ixtlahuaca x H-34 fue de 7030 kg ha⁻¹, con una ganancia de 1912 kg ha⁻¹ por efecto de la cruce; S. Yeche x H-34 rindió 8156 kg ha⁻¹ y la cruce superó en 1488 kg ha⁻¹ al criollo; Acambay x H-34 superó en 1503 kg ha⁻¹ a la variedad progenitora.

Las variedades Almoloya, V-23 y VS-22 no mejoraron la expresión de su rendimiento al cruzarse con los híbridos simples H-34 ó el 417 desarrollado en la FESC, pero se comportaron de manera muy similar, lo cual se explica por el nivel de mejoramiento y parentesco que existe entre los genotipos. Prácticamente en todos los materiales evaluados se detectaron ventajas por efecto de la cruce, o al menos un comportamiento similar a su progenitor criollo.

En el experimento conducido en 1998 el rendimiento más elevado (6279 kg ha⁻¹) se obtuvo con la cruce híbrido x San Pablo, la cual fue superior estadísticamente al H-33. El híbrido no convencional superó el 73.3% al testigo, pero

Cuadro 1. Rendimiento y características agronómicas de variedades no convencionales de maíz de polinización libre y testigos comerciales. FESC-UNAM, P-V. 1993.

Genotipos	Rend. (kg ha ⁻¹)	% contra variedad P.L.	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Flor masculina (días)
Ixtlahuaca x H-34	7030	137.3	285	198	83
Ixtlahuaca x 417	6612	129.1	281	172	79
Ixtlahuaca	5118	100.0	296	188	80
Almoloya x H-34	7175	98.5	301	200	83
Almoloya	7282	100.0	282	187	82
S. Yeche x H-34	8156	121.9	310	213	83
S. Yeche x H-34	6668	100.0	283	193	83
Acambay x H-34	8716	120.8	296	210	83
Acambay	7213	100.0	297	206	81
V-23 x H-34	7472	99.3	296	199	85
V-23	7522	100.0	304	204	87
VS-22 x 417	9425	99.8	286	198	82
VS-22	9443	100.0	316	208	86
H-33 x 417	9728	107.0	287	181	82
H-33	9088	100.0	290	204	87
H-34	9948		326	219	88
Media var. no convencional	8039				
D.S.H. (0.05)	1922		47	40	

P.L. Polinización Libre

D.S.H. Diferencia Significativa Honesta para Tukey

además fue más precoz (Cuadro 2). En todos los casos las variedades no convencionales superaron a las variedades nativas, las cuales rindieron menos que el híbrido simple con el cual se combinaron. Estos resultados indican que el híbrido aporta una fracción importante de la respuesta positiva del rendimiento, lo cual coincide con los resultados de otros trabajos con enfoques similares (Espinosa *et al.*, 1996; Cañedo *et al.*, 1998).

En los resultados del segundo experimento se observó que ocho de los nueve materiales no convencionales fueron superiores numéricamente en un porcentaje del 2 al 40% con respecto al híbrido H-40 que rindió 4408 kg ha⁻¹. El mejor testigo comercial fue el H-50, recientemente liberado (Espinosa *et al.*, 1998) superado en 14.9% por la mejor cruce no convencional. El híbrido H-50, así como los H-48 y H-40, liberados recientemente por el INIFAP, superaron

Cuadro 2. Rendimiento y características agronómicas de variedades no convencionales de maíz, nativas y testigos comerciales. CEVAMEX, INIFAP. P-V. 1998.

Genotipos	Rendimiento kg ha ⁻¹	% contra variedad P.L.	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Flor masc. (días)
HS x San Pablo	6279	214.5	189	124	83
San Pablo	2927	100.0	190	130	87
HS x San Antonio	6063	245.0	190	117	82
San Antonio	2474	100.0	192	135	87
HS x Acambay	6030	224.5	182	113	89
Acambay	2685	100.0	200	136	83
HS x S. Yeche	5766	241.9	184	122	83
S. Yeche	2383	100.0	165	114	89
HS x Mozaquilpan	5495	407.9	191	122	84
Mozaquilpan	1347	100.0	191	136	85
HS x Almoloya	4827	209.7	167	107	84
Almoloya	2301	100.0	179	116	82
HS x B52	4680	191.8	172	108	86
B52	2440	100.0	186	124	80
HS x ICAMEX	4585	231.7	178	105	82
ICAMEX	1978	100.0	200	145	87
HS x Texcaltitlán	4483	332.8	160	112	88
Llano Grande	2302	100.0	184	116	80
Media var. no conv.	5356				
Híbrido simple	4485		190	114	89
Media variedades	2315				
H-50	5462		186	117	85
H-48	4943		186	126	87
H-40	4408		168	97	88
H-33	3622		187	132	88
VS-22	2568		197	133	88
Media testigos	4200				
D.S.H. (0.05)	2926		79.2	52.0	5
C.V. (%)	12.7		13.5	13.7	1.8
Media	4048		184	119	85

P.L. Polinización Libre

D.S.H. Diferencia Significativa Honesta para Tukey

C.V. Coeficiente de Variación

en rendimiento al H-33, por varios materiales no convencionales. El mayor rendimiento de las cruzas convencionales sobre el rendimiento de los híbridos H-50, H-48 y H-40 se atribuye en parte a la fecha de siembra tardía, pero como se señaló anteriormente, los híbridos son materiales recomendados para condiciones más favorables.

CONCLUSIONES

1. A partir de estos resultados se corrobora que las variedades no convencionales tienen mayores posibilidades en zonas de mediana productividad.
2. Las variedades mejoradas de maíz de polinización libre, al combinarse con híbridos comerciales para formar híbridos no convencionales, incrementan o mantienen su capacidad de rendimiento.
3. En el segundo experimento los híbridos no convencionales rindieron en promedio 5356 kg ha⁻¹, valor superior a la media de los testigos comerciales (4200 kg ha⁻¹), valor a su vez más alto que la media de rendimiento de los materiales nativos, que fue de 2315 kg ha⁻¹.
4. Los híbridos no convencionales de maíz mejoraron la posición de mazorca, la tolerancia al acame, la precocidad y redujeron la altura de planta de las variedades nativas; por lo tanto, este tipo de materiales representa una buena opción para incrementar el rendimiento de grano y mejorar las características agronómicas.

LITERATURA CITADA

- Cañedo C., J.; Soriano B., M. y Gómez M., N. 1998. Cruzas intervartetales entre variedades experimentales y comerciales de maíz para la montaña de Guerrero. *In: XVII Congreso de Fitogenética*. Acapulco, Gro, México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. p. 260.
- Espinosa C., A. 1993. Tecnología de producción de semilla del híbrido de maíz H-33 para Valles Altos. *Agronegocios en México* 2(12): 33-39.
- Espinosa C., A.; Tadeo R., M.; Piña del V., A. y Martínez M., R. 1996. Capacidad productiva de cruzas de variedades de polinización libre combinadas con híbridos simples de maíz. *Agronomía Mesoamericana* (Costa Rica).
- Espinosa C., A.; Tadeo R., M. y Lothrop, J. 1998. H-50, nuevo híbrido de maíz de temporal para los Valles Altos de México (2200 a 2600 msnm). México, D.F., México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Centro. (Circular No. 1).
- Morales R., M.M.; Ron P., J.; Michel S., M.; Joachim R., A.; Hurtado de la P., S. y Ramírez D., J.L. 1998. Heterosis y aptitud combinatoria de híbridos comerciales de maíz de Jalisco. *In: XVI Congreso de Fitogenética*. Montecillo, Edo. de Méx., México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. p. 214.
- Valdivia B., R. y Vidal M., V.A. 1994. Heterosis entre híbridos comerciales de maíz. *In: XV Congreso de Fitogenética*. Monterrey, N.L., México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. p. 397.