

COMPORTAMIENTO Y ADAPTACIÓN DE DOS NUEVOS HÍBRIDOS TRILINEALES DE MAÍZ, H-316 Y H-317, PARA EL BAJÍO

PERFORMANCE AND ADAPTATION OF H-316 AND H-317, NEW MAIZE THREE WAY HYBRIDS FOR EL BAJIO REGION

Ricardo Ernesto Preciado Ortiz^{1*} y Arturo Daniel Terrón Ibarra¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Programa de Maíz, Campo Experimental Bajío, Apdo. Postal 112, Celaya, Gto., México. Correo electrónico: repreciado@yahoo.com

* Autor responsable

RESUMEN

En la región de El Bajío, México, el maíz entra en rotación anual en el ciclo primavera-verano después de los cultivos sembrados en otoño-invierno. En este sistema se requieren maíces de ciclo intermedio y con alto potencial de rendimiento, que permitan la cosecha y el establecimiento óptimos del cultivo en rotación. En El Bajío el rendimiento del maíz está limitado por la distribución de la lluvia y por heladas. Ante esta problemática los nuevos híbridos trilineales de maíz H-316 y H-317, de ciclo de madurez intermedio, constituyen una opción para incrementar la productividad del cultivo en la región. En este trabajo se presenta información sobre la formación, genealogía, producción de semilla y comportamiento de estos dos nuevos híbridos durante 1996, 1997 y 1998, en diversas localidades del Estado de Guanajuato. En el análisis del ensayo uniforme conducido en ocho localidades durante 1996, los nuevos híbridos fueron clasificados como "Variedades Estables". El testigo HV-313 fue superado en 12 % por el H-316 bajo condiciones de riego, y en 28 % por el H-317 en condiciones de temporal o secano. En once parcelas de validación conducidas durante 1998, los híbridos H-316 y H-317 superaron en rendimiento al HV-313 en 19 y 11 %, respectivamente. Los datos obtenidos durante los tres años de evaluación en ensayos y parcelas de validación conducidos en diversas localidades de Guanajuato fundamentaron la liberación y el registro de los híbridos H-316 y H-317, por ser superiores al HV-313 en rendimiento y características agronómicas.

Palabras claves: *Zea mays* L., híbridos trilineales, adaptación, producción de semilla, sistemas de producción.

SUMMARY

At El Bajío region of México, maize is involved in different crop rotation systems along the year. Medium season hybrids with high yield potential are required for these systems to optimize planting dates in crops rotation. In this region maize grain yield can be limited by irregular rain distribution and by frosts. To contribute in the solution of these problems, two new medium season three way hy-

brids H-316 y H-317 were formed as an option to increase maize productivity in the region. Information on the formation process, pedigree, seed production and performance of the new hybrids during 1996, 1997 and 1998 under different environments, is presented in this paper. Results from the analysis of eight locations conducted in 1996, indicated that the new hybrids are "Stable Varieties". The commercial check HV-313 was over-yielded by H-316 in 12 % under irrigation, and by H-317 in 28 % under dryland conditions. In 11 farmer validation plots conducted during 1998, the hybrids H-316 y H-317 presented 19 and 11 % more grain yield than HV-313, in the average. The information obtained during a three year evaluation through experimental trials, and farmer validation plots at several locations in the State of Guanajuato, México, supported the release of the new hybrids, which were superior to the commercial check HV-313 in grain yield and agronomic characteristics.

Index words: *Zea mays* L., three way crosses, adaptation, seed production, production systems

INTRODUCCIÓN

La región de El Bajío, México abarca parte de los Estados de Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Querétaro, donde se practican sistemas de producción intensivos en los cuales el maíz entra en rotación anual en el ciclo primavera-verano después de trigo (*Triticum aestivum* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), y hortalizas que se siembran en otoño-invierno. Estos sistemas de producción involucran la modalidad de "punta de riego" (se aplican uno o dos riegos al inicio, y luego se conduce de temporal o secano), en donde la fecha de siembra requiere del uso de maíces con alto potencial de rendimiento, de ciclo de madurez intermedio, que además permiten la cosecha y el establecimiento óptimo del cultivo en rotación.

En diversas regiones productoras de maíz de El Bajío el rendimiento del maíz está limitado por factores ambientales desfavorables, como son la escasa o mal distribuida precipitación pluvial y la presencia de heladas tardías en primavera o tempranas en otoño. Ante estas condiciones los mejoradores de maíz enfrentan el reto de formar variedades mejoradas de ciclo intermedio para los sistemas de rotación y de variedades más precoces de alto potencial de rendimiento, y con tolerancia a factores abióticos para las zonas de secano o temporal. En respuesta a esta problemática, en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se formaron dos nuevos híbridos de maíz H-316 y H-317, de ciclo intermedio, y con adaptación específica a los sistemas de producción descritos híbridos que constituyen una opción conveniente para incrementar la producción de maíz en El Bajío. Los objetivos del presente trabajo son describir la formación y el origen genético de los nuevos híbridos H-316 y H-317, así como presentar los resultados que demuestran su comportamiento sobresaliente en El Bajío, México.

Descripción de los híbridos

Los híbridos H-316 y H-317 son trilineales de ciclo de madurez intermedio, con potencial de uso en 150 000 ha en primavera-verano, en las cuales el cultivo de maíz entra en rotación anual con trigo, papa y hortalizas sembrados en el ciclo otoño-invierno, y también para 200 000 ha donde el maíz se siembra como monocultivo en condiciones de temporal en El Bajío y regiones similares, con alturas de hasta 2 000 metros sobre el nivel del mar y precipitaciones que varían entre 650 y 800 mm anuales.

Descripción de los progenitores

Los híbridos H-316 y H-317 tienen como progenitor femenino común a la cruza simple en la que participan las líneas B43 y B44, que fueron formadas a finales de la década de los ochenta por los investigadores de la entonces Red de Maíz Centro Occidente del INIFAP, cuya área de influencia abarcaba los Estados de Jalisco, Guanajuato, Michoacán, Colima y Nayarit. En la década de los noventa, en el Campo Experimental Bajío se trabajó en la uniformidad y depuración de dichas líneas. La cruza B43 x B44 fue denominada experimentalmente como SIG 2, que significa "Simple Intermedia Guanajuato 2". Esta cruza se ha utilizado como probador de líneas de madurez intermedia, debido a que genera híbridos trilineales de porte bajo, que permite la siembra en densidades de población de 80 000 a 100 000 plantas por hectárea.

La línea B43 fue derivada de la cruza Pool 19 x Lucio Blanco. Pool 19 es un compuesto tropical de amplia base genética formado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), de ciclo de madurez intermedio y con grano blanco cristalino. El germoplasma involucrado en este compuesto posee materiales provenientes de Filipinas, Centro y Sudamérica, así como de México y del sur de Estados Unidos (CIMMYT, 1998). Lucio Blanco es una población que contiene el carácter braquítico; fue formada en la década de los setenta por el Programa de Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La genealogía de la línea B43 es (Pool 19 x Lucio Blanco) F4 -35- \otimes 's; después de F₄ la línea fue avanzada por varias generaciones mediante la mezcla de autofecundaciones, en las que se hizo selección para resistencia a fusarium (*Fusarium* spp.) y por uniformidad de planta, principalmente.

La línea B44 se derivó de la población Blanco Dentado 2, la cual es de ciclo de madurez intermedio y de grano blanco dentado; fue formada por el CIMMYT a partir del ciclo 17 de selección para porte bajo de la población Tuxpeño Crema 1 (CIMMYT, 1998). No obstante que es de origen tropical, esta población tiene buena adaptación en

regiones subtropicales. La genealogía de la línea B44 es Blanco Dentado 2 186-4-2-2. Esta línea, al igual que B43, se avanzó por varias generaciones mediante la mezcla de autofecundaciones y en el proceso se hizo selección para resistencia a fusarium y uniformidad de planta.

Los progenitores masculinos de H-316 y H-317, denominados B45 y B46, respectivamente, fueron derivados de la variedad de polinización libre V-385 PB, obtenida por el Programa de Maíz del Campo Experimental Bajío (CEBAJ) durante la década de los ochenta. La variedad V-385 se formó por selección hacia porte bajo, a través de progenies de hermanos completos del compuesto de familias que integraron el progenitor masculino del octavo ciclo de selección-recombinación de la Población de Amplia Base Genética Tardía formada con germoplasma originario de El Bajío. Las genealogías de las líneas B45 y B46 son las siguientes: V-385 PB HC 19-1-7-2-2 y V-385 HC 47-1-1-1-1, respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo primavera-verano 1996 se evaluó un ensayo uniforme con 25 variedades, correspondientes a los híbridos trilineales experimentales sobresalientes de ciclo intermedio formados en el Programa de Maíz del CEBAJ, y algunos híbridos comerciales testigo. El ensayo uniforme se evaluó en ocho localidades del Estado de Guanajuato en condiciones de riego, punta de riego y temporal (secano), en rotación con trigo y alfalfa (*Medicago sativa* L.) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ambientes de evaluación y condición de humedad durante el ciclo P-V 1996.

Localidad	Municipio	Condición de humedad	Precipitación ¹	Cultivo anterior
1 San Angel	Purísima de B.	Temporal	759	Trigo
2 CEBAJ ²	Celaya	Riego	601	-----
3 Cerano	Yuriria	Temporal	615	-----
4 Chupicuaro	Acámbaro	Temporal	642	Alfalfa
5 Recibidora	Celaya	P. de riego	515	Trigo
6 CENGUA ³	S.L. de la Paz	Riego	390	-----
7 La Cuevita	Apaseo el Alto	Temporal	563	-----
8 R. Providencia	Acámbaro	Temporal	642	Trigo

¹ Precipitación media anual, en mm. (Terrones *et al.*, 2000)

² CEBAJ = Campo Experimental Bajío.

³ CENGUA = Campo Experimental Norte de Guanajuato.

Con la información obtenida se hizo un análisis conjunto y se aplicó la metodología de Eberhart y Russell (1966) para estimar los parámetros de estabilidad a los genotipos evaluados. Como resultado del análisis se seleccionaron los híbridos H-316 y H-317, los cuales se evaluaron durante el ciclo primavera-verano 1997, se establecieron ensa-

yos uniformes en ocho localidades del Estado de Guanajuato. Debido a condiciones desfavorables como sequía en localidades donde el experimento se estableció en condiciones de temporal, y heladas tempranas donde se estableció en condiciones de riego como en el CENGUA, sólo se obtuvo información de tres localidades.

En el ciclo primavera-verano 1998 se establecieron parcelas de validación en 11 localidades representativas de los sistemas de producción que se practican en las diversas regiones productoras de maíz en el Estado de Guanajuato, con el fin de que los nuevos híbridos expresaran su potencial de rendimiento bajo las condiciones de producción de cada agricultor. El manejo agronómico del cultivo fue el acostumbrado por el productor cooperante en cada localidad. En las parcelas de validación el rendimiento se estimó con base en el promedio de tres muestreos por variedad tomados aleatoriamente en cada parcela, cada muestra consistente de las plantas contenidas en 10 m lineales a lo largo de un surco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros de estabilidad se estimaron a partir del análisis combinado de los ensayos uniformes establecidos durante 1996. Los valores de coeficientes de regresión y la suma de cuadrados de las desviaciones para los híbridos H-316, H-317 y de los testigos H-315 y HV-313 se presentan en el Cuadro 2. En dicho cuadro se puede observar que los valores estimados en los cuatro híbridos fueron estadísticamente iguales a uno y cero, respectivamente. Por ello, los híbridos se clasificaron como “variedades estables”, de acuerdo con Carballo (1970).

Cuadro 2. Rendimiento medio obtenido en ocho localidades en el Estado de Guanajuato, y valores de coeficiente de regresión y la suma de cuadrados de las desviaciones. 1996.

Híbridos	Rend. (t ha ⁻¹)	Coefficientes de regresión	Desviaciones de la regresión
H-316	7.713	1.122	0.119
H-317	7.503	0.953	0.075
H-315 (T)	7.301	0.959	0.074
HV-313 (T)	7.007	0.981	0.060

En comparación con los testigos comerciales HV-313 y H-315, los nuevos híbridos H-316 y H-317 presentaron una media de rendimiento numéricamente superior (Figura 1). A pesar de no haber diferencias estadísticas (P≥0.05), el híbrido H-316 mostró mejor comportamiento en buenos ambientes, lo que se confirma con los resultados del Cuadro 3.

En condiciones de riego el H-316 superó en 12 % al HV-313, y en condiciones de temporal (alrededor de 600 mm de precipitación) el H-317 superó al HV-313 en 28 % (Cuadro 3). A través de localidades, los dos híbridos nuevos superaron significativamente (P ≤ 0.05) al testigo HV-313.

En cuanto a fenología, los híbridos H-316 y H-317 florecieron un día más tarde que los testigos, pero fueron estadísticamente iguales en altura de planta, y de mazorca en calificación de mazorca, y tuvieron un menor porcentaje de acame que los testigos (Cuadro 3).

En el Cuadro 4 se presenta el promedio de rendimiento las tres localidades y el individual por localidad para el ciclo primavera-verano 1997. Con estos resultados se confirmó el comportamiento consistente de los híbridos H-316 y H-317 y su superioridad con respecto al testigo HV-313. Además, en los experimentos establecidos en condiciones

Cuadro 3. Rendimientos medios en riego, temporal y a través de ocho localidades en el Estado de Guanajuato, y su porcentaje relativo sobre el testigo HV-313. 1996.

Genotipos	Riego ¹ (t ha ⁻¹)	% ³	Temporal ² (t ha ⁻¹)	% ³	Media ⁴ (t ha ⁻¹)	Días a floración		Altura (cm)		Acame (%)	Calif. visual de mazorca
						Masc.	Fem.	Plta.	Mz.		
H-316	13.294	112	4.674	115	7.713	78	79	191	88	1	2.6
H-317	12.058	102	5.197	128	7.503	78	79	211	93	1	2.4
H-315 (T)	12.000	102	4.552	112	7.301	77	78	207	105	2	2.7
HV-313 (T)	11.813	100	4.044	100	7.006	77	78	201	100	6	2.9
Medias	11.995		4.208		7.128	78	79	205	96	3.2	2.7
Tukey (0.05)	.507		.316		.274	.72	.78	40	30	.99	1.25
C.V. (%)	12.69		29.06		18.8	1.66	1.81	7.41	13.21		37.65

¹El rendimiento en riego se obtuvo del análisis combinado de tres localidades. ²El rendimiento de temporal proviene del análisis combinado de cinco localidades. ³Porcentaje respecto al HV-313. ⁴Valores obtenidos del análisis conjunto de 25 genotipos en ocho localidades del Estado de Guanajuato. (T) = Testigo comercial.

Cuadro 4. Rendimiento medio de los nuevos híbridos H-316 y H-317 en tres localidades del Estado de Guanajuato, 1997.

Híbrido	Rend. Medio		Rendimiento por localidad (t ha ⁻¹)		
	(t ha ⁻¹)	% ^f	CEBAJ	Rodeo de Ayala	Sta. Rosa de G.
H-316	7.379	117	11.960	8.668	1.515
H-317	6.502	103	10.990	6.787	1.733
HV-313 (T)	6.302	100	9.550	7.902	1.451
Medias	6.018		9.865	6.548	1.641
Tukey 0.05	.301		.779	.336	.281
C.V. (%)	15.02		13.65	9.37	29.81

^fPorcentaje respecto al HV-313.

(T) = Testigo comercial.

Cuadro 5. Ubicación, condición de humedad, cultivo anterior y rendimiento estimado en parcelas de validación de los nuevos híbridos de maíz H-316 y H-317 en diversas localidades y sistemas de producción del estado de Guanajuato, 1998.

Localidad	Municipio	Condición de humedad	Cultivo anterior	Rendimiento (t ha ⁻¹)				
				H-316	% ¹	H-317	% ¹	HV-313
Romita	Romita	Riego	Papa	12.7	108	11.0	94	11.7
El Poblano 1	Cortazar	Riego	Lechuga	14.7	142	13.1	127	10.3
El Poblano 2	Cortazar	P. de riego	Trigo	11.8	111	9.4	88	10.6
Cerano	Yuriria	Temporal	Maíz	9.8	114	9.7	113	8.6
Cerro Prieto	Tarimoro	Temporal	Maíz	7.2	122	5.4	91	5.9
S. N. Parangueo	V. de Santiago	P. de riego	Maíz	9.3	100	9.8	105	9.3
El Sauz	Acámbaro	Temporal	Trigo	4.2	233	2.4	133	1.8
La Cuevita	Apaseo el Alto	Temporal	Maíz	8.1	213	6.9	182	3.8
San Isidro	Celaya	P. de riego	Maíz	9.8	110	8.9	100	8.9
CENGUA	S. L. de la Paz	P. de riego	----	6.1	98	10.3	166	6.2
CEBAJ*	Celaya	Riego	Trigo	9.1	101	8.9	99	9.0
Promedio				9.3	119	8.7	111	7.8

¹ Porcentaje respecto al testigo HV-313.

de riego en el CEBAJ y Rodeo de Ayala, Mpio. de Pénjamo, Guanajuato, nuevamente se confirmó el alto potencial de rendimiento del híbrido H-316 en este sistema de producción. En Santa Rosa de Gavia, Mpio. de Romita, Guanajuato, donde el experimento se condujo bajo condiciones de temporal, el híbrido H-317 superó en rendimiento al H-316 y al testigo HV-313, con 218 y 282 kg ha⁻¹, respectivamente.

El Cuadro 5 muestra el gradiente de rendimiento obtenido en las parcelas conducidas en condiciones de riego, punta de riego y temporal. En el promedio de localidades, los nuevos híbridos H-316 y H-317 superaron en 19 y 11 %, respectivamente, al rendimiento del testigo HV-313. En este ciclo la respuesta superior del H-317 en condiciones de temporal no fue tan claramente superior como se esperaba; sin embargo, en las localidades del CENGUA y San Nicolás Parangueo, en condiciones de punta de riego, este híbrido superó en rendimiento al H-316 y HV-313. Es importante aclarar que el bajo rendimiento del HV-313 en La Cuevita se debió a una baja población de plantas en dicho genotipo; además, en el CENGUA la parcela de validación se estableció en un terreno con un gradiente de fertilidad y al H-317 le tocó un sitio con alta fertilidad.

Registro

Los híbridos H-316 y H-317 obtuvieron su registro dentro en el Catálogo de Variedades factibles de Certificación (CVC) con los números 1414-MAZ-635-030801/C y 1415-MAZ-636-030801/C respectivamente, por lo que la semilla certificada de estos nuevos híbridos puede estar a disposición de los productores interesados en su ámbito de adaptación.

Producción de Semilla

La semilla de los híbridos H-316 y H-317 se puede producir con facilidad debido a que las líneas B45 y B46, progenitores masculinos de cada híbrido, son de cuatro a cinco días más tardías que la cruce simple B43 x B44, progenitor femenino común de ambos. Lo anterior se considera una ventaja en la siembra simultánea de ambos progenitores, ya que al inicio de la emisión de polen por el progenitor masculino, los estigmas del progenitor femenino ya se encuentran receptivos. En el caso de buscar una sincronía completa, se recomienda incrementar en 20 % la fertilización nitrogenada al progenitor femenino en la segunda aplicación, con el objeto de inducir un atraso de tres a cuatro días en la floración. Por otro lado, debido a que los progenitores masculinos B45 y B46 son buenos produc-

tores de polen, es posible establecer una relación hembra : macho de 6 : 2. Finalmente, la arquitectura y el porte de planta del progenitor femenino B43 x B44 permite una densidad de siembra de 80 mil plantas por hectárea sin afectar el tamaño y la calidad de la semilla.

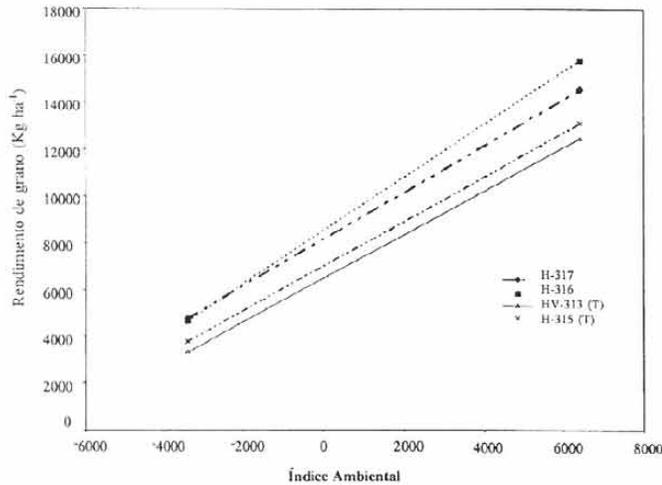


Figura 1. Estabilidad del rendimiento de los híbridos H-316 y H-317 a través de ocho localidades de evaluación en el Estado de Guanajuato, 1996.

CONCLUSIONES

Con base en el análisis de la información obtenida durante los tres años en ensayos y parcelas de validación conducidos en los distintos sistemas de producción y condiciones de humedad en diversas localidades del Estado de

Guanajuato, se determinó la liberación y registro de los híbridos H-316 y H-317 por haber mostrado superioridad en rendimiento y características agronómicas que el testigo HV-313, y porque mostraron adaptación específica a los sistemas de producción en los que fueron evaluados.

RECONOCIMIENTOS

Los autores expresan un merecido reconocimiento a los siguientes investigadores: MC José Luis Pons Hernández, Dr. José Ron Parra, Dr. José Luis Ramírez Díaz, Ing. Hipólito Venegas Solorio, Dr. José Blas Maya Lozano, MC Héctor Delgado Martínez, MC Humberto L. Vallejo Delgado, MC Roberto Herrera Mendoza y demás investigadores de la extinta Rcd de Maíz Centro Occidente del INIFAP (1987-1991), por su participación en el desarrollo de las líneas progenitoras de los híbridos H-316 y H-317.

BIBLIOGRAFÍA

- Carballo C., A. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados Chapingo, Méx. 88 p.
- CIMMYT. 1998. A complete listing of improved maize germplasm from CIMMYT. Maize Program Special Report. Mexico, D. F. 94 p.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters in comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40.
- Terrones R., T. del R. L., C. Mejía A. y H. García N. 2000. Índices Agroclimáticos Guanajuato. Celaya, Gto., México. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Bajío. Publicación Técnica No. 2. 111 p.