

H-440, NUEVO HÍBRIDO DE MAÍZ TOLERANTE A SEQUÍA PARA EL NORESTE DE MÉXICO*

H-440, NEW DROUGHT TOLERANT MAIZE HYBRID FOR NORTHERN MEXICO

César Augusto Reyes Méndez^{1§}, Miguel Ángel Cantú Almaguer¹ y Gricelda Vázquez Carrillo²

¹Mejoramiento Genético de Maíz, Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Apartado Postal No. 172, C. P. 88900 Río Bravo, Tamaulipas. Km. 61 carretera Matamoros-Reynosa. ²Campo Experimental Valle de México, INIFAP. [§]Autor para correspondencia: reyes.cesar@inifap.gob.mx

En el noreste de México, en los estados de Tamaulipas y Nuevo León, durante el período 2002-2004 se cultivaron en promedio 181 222 ha de maíz, de las cuales 68% se establecieron en áreas de temporal en el ciclo de primavera-verano (P-V) y 32% bajo condiciones de riego en el ciclo de otoño-invierno (O-I), con rendimientos medios de 1.43 y 3.77 t ha⁻¹, respectivamente (SAGARPA, 2004).

El ciclo P-V permite una estación de crecimiento de 100 a 120 días, ocurre una alta incidencia de plagas y enfermedades, las siembras a fines de agosto y principios de septiembre, se caracterizan por el establecimiento del temporal; los eventuales daños por heladas tempranas, vientos fuertes y lluvias erráticas, hacen riesgosa la siembra de maíz. Desde el punto de vista socioeconómico, este cereal es un cultivo importante, obteniéndose una producción media anual de 394 000 t, la cual en su mayoría se utiliza para el autoconsumo.

Uno de los objetivos principales del programa de mejoramiento genético de maíz del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Río Bravo es seleccionar genotipos precoces y de alto rendimiento bajo condiciones de riego y temporal. Un logro del programa de maíz fue la obtención del híbrido H-440, que presenta rendimiento superior a los testigos desde condiciones óptimas de humedad hasta temporales críticos (Reyes y Cantú, 2004).

En esta nota científica se da a conocer: origen genético, características agronómicas y potencial de rendimiento del

híbrido H-440 y sus progenitores en diferentes ambientes del noreste de México.

El H-440 es un híbrido trilineal en donde interviene como progenitor la hembra de las líneas LRB-16 x LRB-18 y como macho la línea LRB-137. Las líneas que forman la hembra fueron desarrolladas en el programa de maíz del Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en la estación Experimental de Poza Rica, Veracruz y la línea macho en el INIFAP, Campo Experimental Río Bravo, Tamaulipas, México. Las tres líneas se seleccionaron mediante el método de pedigrí (Fehr, 1987) por precocidad y tolerancia a sequía, temperaturas altas, acame, carbón común (*Ustilago maydis* D. C. Corda) y a pudriciones de mazorca ocasionadas por *Fusarium moniloforme* J. Sheld y *F. graminearum* Schwabe.

El híbrido H-440 se registró en el Catálogo de Variedades Factibles de Certificación (CVC) en 2006 con el número 1772-MAZ-858-190106/C, siguiendo el manual para la descripción varietal de maíz (Carballo y Benítez, 2003). A continuación se describen las características agronómicas de las tres líneas progenitoras, la hembra del híbrido y el híbrido.

LRB-16 es una línea tropical de cuatro autofecundaciones (S₄) que se derivó de la población G16BNSEQ. Su porte es bajo (1.15 a 1.25 m), hojas superiores semi-erectas de color verde normal y espiga compacta de color morado intermedio, la posición de sus ramas laterales son rectilíneas, el color de

* Recibido: Julio de 2006
Aceptado: Julio de 2007

sus estigmas es morado débil; mazorca de forma cilíndrica, pequeña menor a 10 cm de longitud, con menos de 12 hileras, y grano blanco cremoso de textura cristalino. En siembras de P-V llega a 50% de floración masculina a los 52 días después de la siembra (DDS) y la femenina a los 54. En el ciclo de O-I la mitad de las plantas presenta dehiscencia de polen a los 67 DDS y un día después los estigmas y produce 1.35 t ha⁻¹ de semilla.

La línea LRB-18, se derivó de la población tropical G16C19, de cinco autofecundaciones (S₃). Alcanza una altura de 1.38 a 1.51 m, hojas horizontales de color verde; forma de espiga abierta con siete a nueve ramillas laterales y ocasionalmente presenta ramas secundarias, los estigmas son de color amarillo; mazorca pequeña con excelente cobertura y mide menos de 10 cm, forma cónica cilíndrica y tiene de 12 a 16 hileras de grano blanco cremoso y textura cristalina. En siembras de agosto y febrero la floración masculina ocurre a los 56 y 72, respectivamente DDS; en ambos casos los estigmas se exponen un día después; produce un rendimiento de 1.30 t ha⁻¹.

El origen de la línea LRB-137 es subtropical, con una endogamia de (S₃), se derivó de la población RB-6; hojas semi-erectas color verde, espiga compacta y ramas ligeramente curvas con 10 a 12 ramas laterales color morado intermedio y estigmas color morado débil. Las plantas alcanzan una altura de 1.61 a 1.90 m. La mazorca presenta excelente cobertura, es de forma cilíndrica con 12 a 16 hileras de granos, color blanco cremoso. Durante el ciclo de P-V la floración masculina se presenta a los 54 DDS, mientras que en el ciclo de O-I ésta ocurre a los 69, presentándose en ambos casos la floración femenina un día después de la masculina; alcanza un rendimiento de 2.5 t ha⁻¹.

La hembra del híbrido, LRB-16 x LRB-18 es uniforme en altura y floración; presenta buena sincronía floral, en el ciclo P-V la floración masculina y femenina se presentan a los 52 DDS y en O-I a los 69; su porte es intermedio de 1.78 a 1.85 m; espiga semiabierta, ramas ligeramente curvas con siete a nueve ramas laterales de color morado tenue de igual forma los estigmas; la mazorca es cónica cilíndrica, con 12 a 16 hileras; grano color blanco cremoso y textura cristalina; y rendimiento de semilla de 4.0 t ha⁻¹.

El híbrido H-440 en el ciclo P-V alcanza la floración masculina y femenina a los 52 días DDS y se cosecha a los 100-110 días mientras que en O-I las dos floraciones ocurren a los 70 días y se cosecha a los 120-125 días. La espiga es

color morado intermedio, semiabierta, de siete a nueve ramas laterales primarias. Presenta excelente sincronía entre floraciones, la altura de planta varía de 1.60 a 2.00 m. La mazorca es de forma cónica cilíndrica, tiene de 12 a 14 hileras, con excelente cobertura y sanidad de grano, el cual es blanco y textura semicristalino. Este híbrido mantiene las hojas verdes al alcanzar la madurez fisiológica, carácter que se conoce como mazorca seca-planta verde "stay green". Esta característica permite incrementar la producción de forraje verde al mantener por mayor tiempo el estado verde de la planta a la madurez de grano, además de que se aumenta el período para el picado de materia verde (ensilaje).

Las características comerciales e industriales del H-440 son: grano pequeño, 70% fue retenido en la malla de 3/32". Reflectancia de 58%, textura muy dura ya que registró 12% de índice de flotación y 79 kg hL⁻¹. Las proporciones de pedicelo (1.43%), pericarpio (5.6%) y germen (13%) estas facultades están dentro de lo demandado por la industria de harina nixtamalizada (NMX 2002). El nixtamal elaborado con este maíz mostró 40% de humedad, con pérdida de sólidos de 4.2% y 61% de pericarpio retenido, evaluados mediante la metodología de Pflugfelder *et al.* (1988). El rendimiento de tortillas fue de 1.5 kg por kg de maíz nixtamalizado; éstas requirieron de 115 g_f para romperse (fuerza de tensión), la elasticidad fue de 6 mm, de acuerdo al método de Ramírez-Wong y Ortega (1994). Las tortillas registraron 85% de reflectancia. Por las características físicas de grano y por los resultados observados en nixtamal y tortillas elaboradas, el híbrido de maíz H-440, se recomienda para la industria de harina nixtamalizada.

El híbrido H-440 se adapta a condiciones favorables en siembras de riego y temporal de los ciclos P-V y O-I de los estados de Tamaulipas y Nuevo León en altitudes inferiores a los 1000 m, sitios de clima subtropical con verano seco y caliente e inviernos húmedos y templados, en donde las estaciones de primavera y verano no están bien definidas, clasificándose en clima de semicálido hasta muy cálido, con precipitaciones de 400 a 700 mm (García, 1988).

En el Cuadro 1 se presentan los rendimientos medios obtenidos en ocho ambientes de temporal del norte de Tamaulipas en los ciclos P-V de 2001-2003, en donde se registraron precipitaciones de 250 a 350 mm durante el ciclo agrícola.

Debido a la escasez de agua para riego que presenta el noreste de México, el híbrido H-440 fue analizado durante los ciclos

Cuadro 1. Rendimiento experimental en t ha⁻¹ (14% humedad) del híbrido H-440 y testigos comerciales, evaluados en los ciclo primavera-verano 2001-2003 bajo condiciones de temporal. Río Bravo, Tamaulipas, México.

Híbrido	A ñ o			Promedio
	2001	2002	2003	
H-440	3.58	3.83	3.92	3.78
H-437	3.19	4.05	3.16	3.47
Pioneer 3025	3.38	3.98	3.63	3.67
Asgrow 7573	2.78	3.78	3.82	3.46
VS-440	2.10	2.70	3.41	2.73
VS-409	2.01	2.69	3.26	2.66
DMS 0.05	0.59	0.62	0.50	
C. V. (%)	17.6	13.6	11.8	

O-I 2001-2003 a diferentes niveles de humedad (Cuadro 2), en donde los resultados mostraron que éste superó en rendimiento a otros híbridos comerciales bajo condiciones de temporal con un rendimiento de 4.2 t ha⁻¹, mientras que los híbridos comerciales fueron superiores en el tratamiento con tres riegos de auxilio.

Cuadro 2. Promedio de rendimiento de diferentes híbridos de maíz bajo tres condiciones de humedad. Río Bravo, Tamaulipas, México. Ciclos otoño-invierno 2001-2003.

Híbridos	Rendimiento (t ha ⁻¹)		
	3 Riegos	2 Riegos	Temporal
H-440	6.00	5.31	4.26
H-516	7.06	5.67	2.38
Pioneer 3025	7.42	6.65	3.57
Asgrow 7573	7.64	5.46	3.41
DMS 0.05	0.95	0.87	0.66
C. V. (%)	11.9	9.9	11.9

Durante 2003 y 2004, este nuevo híbrido se llevó a las pruebas finales de rendimiento en 20 parcelas de validación en campos de productores en los municipios de Río Bravo, Valle Hermoso, Méndez, Abasolo y Díaz Ordaz en Tamaulipas y en el estado de Nuevo León en los municipios de General Terán y China. En ambos ciclos agrícolas, P-V y O-I, los lotes se establecieron en condiciones de riego restringido (temporal más un riego de auxilio). Las parcelas fueron de una a dos ha y en 18 de ellas se comparó el H-440 con una variedad o híbridos comerciales que se consideraron como testigos regionales.

A pesar de las condiciones de precipitación errática que se presentaron en el ciclo de P-V (190 a 340 mm) durante los años de evaluación, el H-440 mostró superioridad sobre los testigos en 16 parcelas, obteniendo un rendimiento promedio de 3.22 y 3.65 t ha⁻¹, para 2003 y 2004, respectivamente, superando en 8 y 12% al promedio de testigos (V-402, Tigre, Pioneer 3025 y Asgrow 7573).

Durante el ciclo O-I 2002-2003, el H-440 se estableció en parcelas comerciales de validación bajo temporal más un riego de auxilio en las localidades de Nueva Independencia, municipio de Río Bravo y Valle Hermoso, Tamaulipas, teniendo rendimientos de 2.9 y 4.6 t ha⁻¹, superiores en promedio al Pioneer 3025W en 0.50 t ha⁻¹ (Reyes y Cantú 2005).

Para el manejo óptimo agronómico del H-440 bajo temporal o un riego de auxilio, en los ciclos P-V y O-I del noreste de México y regiones similares, se sugiere fertilizar con la dosis 60-00-00 de N₂-P₂O₅ y K₂O y una densidad de población de 40 000 a 45 000 plantas por hectárea. Para condiciones de riego en el ciclo O-I, se recomienda una densidad de población de 55 000 a 60 000 plantas por ha y una dosis de fertilización de 130-40-00.

Las condiciones ambientales más favorables para la producción de semilla del híbrido H-440 se presentan en el ciclo O-I. Una característica importante a tomar en cuenta es que se debe sembrar primero la línea macho LRB-137 a una densidad de 60 000 a 65 000 plantas por hectárea y dos o tres días después la hembra (LRB-16 x LRB-18) a una densidad de 55 000 a 60 000 plantas por hectárea. Se sugiere sembrar una relación hembra:macho de 6:2; así es posible obtener 2.8 t h⁻¹ de semilla híbrida.

El INIFAP, a través del Campo Experimental Río Bravo, cuenta con los progenitores del híbrido H-440 para poner a disposición de las compañías semilleras, asociaciones y patronatos de productores interesados, semilla certificada de este nuevo híbrido.

LITERATURA CITADA

- Carballo C., A. y Benítez V., A. 2003. Manual gráfico para la descripción varietal del maíz (*Zea mays* L.). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillos, Estado de México, México. 114 p.
- Fehr, W. R. 1987. Principles of cultivar development. Vol. 1 Theory and technique. Macmillan Publishing Company. New York, USA. p. 332-337.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. México, D. F. 217 p.
- Normas mexicanas para maíces destinados al proceso de nixtamalización (NMX-FF-034-2002-SCFI). 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. 33 p.
- Pflugfelder, L. R.; Rooney, L. W. and Waniska, R. D. 1988. Dry matter losses in commercial corn masa production. *Cereal Chem.* 65:127-132.
- Ramírez-Wong, B. y Ortega, F. 1994. Evaluación de las propiedades reológicas y texturales de masa y tortilla de maíz comerciales. *Rev. Ciencia Alimentarias.* 2(1):1-8.
- Reyes M., C. A. y Cantú A., M. A. 2004. H-440, Híbrido de maíz tolerante a sequía para el noreste de México. *In: Memorias de resúmenes del XX Congreso Nacional de Fitogenética. Fitomejoramiento base científica de la autosuficiencia y soberanía alimentaria.* Toluca, Estado de México, México. p. 86-87.
- Reyes M., C. A. y Cantú A., M. A. 2005. Comportamiento de los híbridos H-437 y H-440 en el ciclo de primavera-verano 2004. *In: Día del agricultor 2005.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Río Bravo. 20 p. (Publicación especial Núm. 29).
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2004. Sistema de Información Agrícola de Consulta (SIACON 1980-2004). México, D. F. En línea: <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/ax.comanuar.html>.