H-302 PZ, HÍBRIDO NO CONVENCIONAL DE MAÍZ POZOLERO DE GRANO ROJO PARA REGIONES SUBTROPICALES DE MÉXICO

H-302 PZ, RED-KERNEL NON-CONVENTIONAL POZOLERO MAIZE HYBRID ADAPTED TO SUBTROPICAL REGIONS OF MEXICO

Ricardo Ernesto Preciado-Ortiz[1]*, María Gricelda Vázquez-Carrillo[2] y Arturo Daniel Terrón Ibarra[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México. [2]INIFAP, Laboratorio Nacional de Calidad de Maíz, Campo Experimental Valle de México, Texcoco, Estado de México, México.

**Autor de correspondencia* (preciado.ernesto@inifap.gob.mx, repreciado@yahoo.com)

Gran parte de la diversidad genética del maíz en México se ha conservado a través del uso de maíces específicos para el consumo de alimentos tradicionales como tortillas, tamales, pozole, atole, tostadas, pinole, botanas y elotes, entre otros, cuya elaboración requiere de granos con características específicas de color, tamaño y dureza (Narváez-González *et al*., 2007); particularmente, la raza Elotes Occidentales se caracteriza por sus mazorcas alargadas con bajo número de hileras y granos grandes de textura harinosa, con coloraciones rosa, violáceo, rojo y morado, ideales para elaborar pozole o para degustarlos como elote tierno (Vázquez-Carrillo *et al*., 2016). Esta raza se distribuye principalmente en los estados de Nayarit, Jalisco, Michoacán, Querétaro y Guanajuato (CONABIO, 2020).

El pozole, además de ser un platillo tradicional, es un alimento funcional que contiene ácidos fenólicos y propiedades antioxidantes (Peralta-Veran *et al*., 2022). El almidón posee propiedades fisicoquímicas que forman complejos benéficos de amilosa-lípidos por su interacción con la grasa después de preparar el pozole (Dorantes-Campuzano *et al*., 2022).

Actualmente, los maíces pozoleros utilizados a nivel comercial son de tipo criollo que presentan una serie de desventajas agronómicas como son bajo potencial de rendimiento, excesiva altura de planta y tallos débiles, lo que los hace muy susceptibles al acame y baja respuesta a la utilización de insumos, limitando la posibilidad de obtener mayores rendimientos en regiones de alto potencial productivo (Preciado-Ortiz *et al*., 2022).

En México los altos costos de producción del maíz y las bajas utilidades de los productores justifican la siembra de maíces de usos especiales que tengan mayor valor agregado, como es el caso de los maíces elotero-pozoleros, que según Hellin *et al*. (2013), por su calidad de grano pueden alcanzar hasta cinco veces el precio del grano común. En atención a la problemática de los maíces pozoleros actuales y a la oportunidad de mercado de este tipo de maíces, el Programa de Mejoramiento Genético de Maíz del INIFAP-Campo Experimental Bajío (CEBAJ) desarrolló el híbrido de maíz pozolero de grano rojo H-302 PZ, que constituye una alternativa de producción con mayor valor agregado que puede ser utilizado para consumo como elote y para la elaboración de pozole.

El H-302 PZ es un híbrido no convencional (HNC) definido como aquel cruzamiento en el que por lo menos uno de sus progenitores no es una línea endogámica (Paliwal, 1987).

El HNC H-302 PZ se formó de la cruza del progenitor femenino VBPZ 01, que es una variedad de polinización libre obtenida por el INIFAP a partir de la colecta Qro 18 (material nativo de la raza Elotes Occidentales colectado en el año 2010), y a través de incrementos fraternales se fue depurando hacia uniformidad, menor altura de planta y tolerancia al acame, con énfasis en mantener las características de calidad para pozole y elote.

El progenitor masculino es una línea endogámica denominada LBPZ 01, obtenida por el INIFAP a partir de maíces nativos de grano pigmentado originarios de Guanajuato, México, cruzados con maíces mejorados comerciales de grano blanco del INIFAP y de empresas particulares adaptados a las regiones subtropicales. Esta línea se desarrolló a través del método genealógico, que implica cruzamientos, selección y avance endogámico; el color se fijó a través de selección de las semillas pigmentadas segregantes. Esta línea fue seleccionada por su desempeño agronómico, su respuesta heterótica y su aportación para conservar las características de calidad. La heterosis exhibida en el H-302 PZ permitió incrementar el rendimiento y mejorar las características agronómicas de la cruza, así como mantener la calidad para pozole de la

Recibido: 28 de abril de 2024
Aceptado: 24 de febrero de 2025

DOI: https://doi.org/10.35196/rfm.2025.1.85

raza Elotes Occidentales.

El H-302 PZ se adapta en regiones subtropicales de México con alturas sobre el nivel del mar de 1000 a 2000 m. Se puede establecer en regiones productoras de maíz bajo un régimen hídrico de riego o buen temporal en el ciclo primavera-verano (P-V). El H-302 PZ supera al material nativo en potencial de rendimiento y características agronómicas. El H-302 PZ presentó un rendimiento promedio de 9.1 t ha^{-1} en ocho ambientes de Guanajuato y Michoacán; sin embargo, desde la formación inicial de un grupo de HNC, hasta la definición del H-302 PZ, basadas en ensayos de rendimiento y pruebas de laboratorio, transcurrieron al menos seis años. El Cuadro 1 muestra datos agronómicos del H-302 PZ.

El H 302 PZ presenta tolerancia al acame, menor porte de planta y de mazorca, además de soportar mayores densidades de población (75,000 plantas por ha), es de madurez intermedia, posee estigmas sin antocianinas, espiga muy larga y algunas ramas laterales primarias con presencia ocasional de ramas laterales secundarias, mazorcas sanas de tamaño grande con 10 a 14 hileras, de grano color rojo y forma de la corona hendida (Figura 1). La caracterización morfológica del H-302 PZ y sus progenitores se obtuvo en el CEBAJ durante dos ciclos homólogos (P-V 2019 y P-V 2020), de acuerdo con el formato para el cultivo de del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, 2014).

El H-302 PZ fue inscrito en el año 2022 en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) ante el SNICS con la inscripción definitiva MAZ-2474-081122. El título de obtentor fue otorgado al INIFAP en el año 2023 por el Registro Nacional Agropecuario de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural con número 3118.

Por su mayor potencial de rendimiento, menor altura de planta y resistencia al acame, H-302 PZ tiene la posibilidad de ser cultivado bajo condiciones intensivas de manejo agronómico, y constituye una alternativa de valor agregado para el consumo de elote y la elaboración de alimentos típicos en las regiones subtropicales de México. La semilla de H-302 PZ puede ser comercializada por empresas productoras de semillas nacionales y sembrada por productores interesados en obtener mayor productividad a través del uso de maíces diferenciados de mayor valor agregado. La semilla básica del progenitor masculino (LBPZ 01) y la registrada del progenitor femenino (VBPZ 01) estará disponible para los interesados en la producción de semilla certificada del H-302 PZ previa solicitud al INIFAP.

El proceso de mejoramiento del H-302 PZ fue asistido en el Laboratorio de Calidad del INIFAP para identificar los cruzamientos que mantuvieran al máximo la calidad de los maíces nativos que participaron como progenitores. Se monitoreó la dureza del grano a través del índice de flotación y se realizaron diversas pruebas de floreado de grano para la elaboración de pozole. El Cuadro 2 muestra una serie de características de calidad del H-302 PZ; es importante mencionar que en este hibrido no convencional la variación observada en algunas variables se explica por el germoplasma involucrado.

BIBLIOGRAFÍA

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2020) Biodiversidad mexicana. Grupo Ocho Hileras. CONABIO Ciudad de México. https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/grupo-OchoH (Mayo 2023).

Dorantes-Campuzano M. F., A. H. Cabrera-Ramírez, M. E. Rodríguez-García, N. Palacios-Rojas, R. E. Preciado-Ortíz, I. Luzardo-Ocampo and M. Gaytán Martínez (2022) Effect of maize processing on amylose-lipid complex in pozole, a traditional Mexican dish. *Applied Food Research* 2:100078, https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100078

Hellin J., A. Keleman, D. López, L. Donnet y D. Flores (2013) La importancia de los nichos de mercado: un estudio de caso del maíz azul y del maíz para pozole en México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 36:315-328, https://doi.org/10.35196/rfm.2013.3-S3-A.315

Narváez-González E. D., J. D. Figueroa C., S. Taba, E. Castaño-Tostado y R. Á. Martínez P. (2007) Efecto del tamaño del gránulo de almidón de maíz en sus propiedades térmicas y de pastificado. *Revista Fitotecnia Mexicana* 30:269-277, https://doi.org/10.35196/rfm.2007.3.269

Paliwal R. L. (1987) CIMMYT's Expanded Maize Improvement Program. *In:* Proceedings of the Second Asian Regional Maize Workshop. R. N. Wedderburn and C. de León (eds.). CIMMYT. México, D. F. pp:125-140.

Peralta-Veran L., C. Espinosa-Leal, A. Escalante-Aburto, R. E. Preciado-Ortiz, C. A. Puente-Garza, S. O. Serna-Saldívar and S. García-Lara (2022) Effects of pozole broth production on phenolic acids and antioxidant activity of specialty maize landraces. *Journal of Cereal Science* 107:103543, https://doi.org/10.1016/j.jcs.2022.103543

Cuadro 1. Datos agronómicos y características de grano y mazorca del H-302 PZ.

Híbrido	RTO† (t ha^{-1})	DFM	DFF	AP (m)	AM (m)	AT (%)	MP (%)	LM (cm)	NH	NGH
H-302 PZ	9.10	68.00	70.00	2.40	1.30	3.00	4.00	19.43	12.00	39.00

†RTO: rendimiento promedio P-V 2015 en dos localidades (Celaya, Guanajuato y Tarímbaro, Michoacán, México); en Celaya, Guanjuato P-V 2014 el rendimiento fue 14.7 t ha-1. RTO: rendimiento, DFM: días a floración masculina, DFF: días a floración femenina, AP: altura de planta, AM: altura de mazorca, AT: acame total, MP: mazorcas podridas, LM: largo de mazorca, NH: número de hileras, NGH: número de granos por hilera.

Cuadro 2. Variables de calidad en grano sin procesar y floreado del HCN H-302 PZ.

Características de grano sin procesar		Calidad de grano floreado	
Peso hectolítrico (kg hL^{-1})	71.4 ± 3.3†	Pérdida de materia seca (%)	7.14 ± 0.23
Índice de flotación (# flotantes)	80.0 ± 19.0	Rendimiento (kg kg^{-1} de maíz)	2.4 ± 0.12
Peso de cien granos (g)	39.9 ± 2.9	Volumen de grano floreado (mL 100 g^{-1} de maíz)	353.0 ± 21.3
Componentes de grano (%)		Tiempo de floreado (min)	168.0 ± 25.5
Pedicelo	1.18 ± 0.3	Humedad de grano floreado (%)	62.0 ± 2.6
Pericarpio	4.29 ± 0.2	Dureza (N)	1.52 ± 0.3
Germen	11.07 ± 0.6		
Endospermo córneo	23.31 ± 15.0		
Endospermo harinoso	60.01 ± 15.4		
Variables de color			
Luminosidad	50.0 ± 2.5	Luminosidad	45.6 ± 5.5
Ángulo de tono (ºhue)	62.9 ± 10.6	Ángulo de tono (ºhue)	50.6 ± 11.5
Índice de saturación	13.23 ± 1.3	Índice de saturación	15.8 ± 0.83
Componentes químicos			
Proteína (%)	10.8 ± 0.8	Proteína (%)	10.33 ± 1.4
Aceite (%)	5.17 ± 0.49	Aceite (%)	4.79 ± 7.1
Antocianinas (mg EAF 100 kg^{-1})	142.6 ± 30.5	Antocianinas (mg EAF 100 kg^{-1})	65.2 ± 13.3
Fenoles totales (mg EAF 100 kg^{-1})	1767.1 ± 25.8	Fenoles totales (mg EAF 100 kg^{-1})	838 ± 12.9
Perfil viscoamilográfico del almidón			
Temperatura de pastificado (ºC)	73.78 ± 0.54	Temperatura de pastificado (ºC)	78.5 ± 0.31
Viscosidad máxima (cP)	3 258.0 ± 228.7	Viscosidad máxima (cP)	179.0 ± 63.2
Viscosidad final (cP)	4 802.0 ± 558.1	Viscosidad final (cP)	334.0 ± 111.8

†Desviación estándar. Valores promedio de los ciclos P-V 2019, 2020 y 2021 en Celaya, Guanajuato, México.

Preciado-Ortiz R. E., N. J. Ochoa-Centeno, M. G. Vázquez-Carrillo, D. Santiago-Ramos and A. D. Terrón-Ibarra (2022) Grain yield, physical and pasting properties, and anthocyanins of non-conventional pigmented corn hybrids for pozole end-use adapted to subtropical regions. *Applied Food Research* 2:100180, https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100180

SNICS, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (2014) Guía Técnica para la Descripción Varietal de Maíz (*Zea mays* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Tlalnepantla, Estado de México. México. 39 p.

Vázquez-Carrillo M. G., D. Santiago-Ramos y N. Palacios-Rojas (2016) Calidad industrial y nutricional de razas mexicanas de maíz pozolero. Biblioteca Básica de Agricultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. México. 159 p.



Figura 1. Aspecto de planta con mazorca, grano; nixtamal y granos floreados sin pedicelo (SP) y con pedicelo (CP) del híbrido de maíz pozolero H-302 PZ.