

VALORACIÓN AGRONÓMICA DE CUATRO CRIOLLOS SUPERIORES DE MAÍZ DE LA RAZA ZAPALOTE CHICO

José Manuel Cabrera Toledo

Doctor en Ciencias Agrícolas por el Colegio de Postgraduados, México
Tecnológico Nacional de México campus Comitancillo
Departamento de Ingenierías, Oax, México

Zulma Castillejos Antonio

Maestría en Ciencias Agrícolas por el Instituto Tecnológico Agropecuario, México
Tecnológico Nacional de México campus Comitancillo
Departamento de Ingenierías, Oax, México

Juan Rendón Cruz

Maestría en Ciencias Agrícolas por el Instituto Tecnológico Agropecuario, México
Tecnológico Nacional de México campus Comitancillo
Departamento de Ingenierías, Oax, México

Manuel Cabrera González

Maestría en Ciencias Agrícolas por el Colegio de Postgraduados, México
American Pharma S.A. de C.V
Departamento Técnico, Ciudad de México

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: El maíz constituye en México el elemento central en la alimentación, sociedad, cultura y economía. Las razas tradicionales están bien adaptadas a condiciones locales de producción y usos, así como por las preferencias en tipos de granos específicos para platillos locales por lo que es un componente clave en la seguridad alimentaria. En Oaxaca el maíz más representativo de la región del istmo de Tehuantepec es la raza Zapalote Chico, en la que los trabajos de mejoramiento y caracterización son escasos. El objetivo del presente trabajo fue de valorar las características agronómicas de cuatro criollos superiores de maíz de la raza Zapalote Chico. El trabajo se realizó durante el ciclo agrícola P-V 2018, en terrenos del Instituto Tecnológico de Comitancillo. Localizado entre los paralelos 16°25' y 16°31' de latitud norte; los meridianos 95°06' y 95°13' de longitud oeste; a una altura de 70 msnm. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, y una temperatura de 22°, un rango de precipitación de 700 a 1200 mm. El material genético utilizado consistió de cuatro criollos superiores. En la evaluación agronómica se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y 5 repeticiones. El análisis de varianza indicó que entre los 4 tratamientos en estudio se observaron diferencias altamente significativas, en días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, número de hileras por mazorca, número de grano por hilera, longitud de mazorca, diámetro de mazorca y rendimiento de grano. Lo anterior demuestra que, entre las razas nativas de maíz, predomina una gran diferencia en las características agronómicas. Esta condición se presenta también al interior de la misma raza. Se concluye que la permanencia y conservación de esta variedad nativa, es producto de la continuidad de su uso en la región istmeña de Oaxaca. En las poblaciones

de la raza Zapalote Chico predomina la variabilidad genética.

Palabras clave: Variedad nativa, caracterización, interracial

INTRODUCCIÓN

En México el maíz constituye el elemento central en la alimentación, sociedad, cultura y economía (CONABIO, 2012). Las razas tradicionales están bien adaptadas a condiciones locales de producción y usos, así como por las preferencias en tipos de granos específicos para platillos locales, por lo que es un componente clave en la seguridad alimentaria (Cabrera, *et al.*, 2015). Se ha evidenciado una asociación estrecha entre los grupos indígenas con las razas de maíz (Aragón *et al.*, 2006). La conservación de los granos nativos de maíz, ha sido trascendental en la historia del pueblo mexicano y las actividades de los núcleos familiares campesinos han instalado semilleros de miles de variedades con un potencial nutrimental para hacerle frente a epidemias actuales como la diabetes y obesidad (Palacios, 2022).

Las razas Bolita y Zapalote Chico son emblemas bioculturales de la gastronomía y cultura alimentaria de Oaxaca; Bolita se distingue para la elaboración de tlayudas y téjate en los Valles Centrales, y Zapalote Chico para los tradicionales totopos del Istmo de Tehuantepec, y ambas tienen una distribución ecogeográfica restringida (Diego-Flores *et al.*, 2023). A la raza Zapalote Chico, se le ha detectado 22 complejos genéticos favorables, que lo convierte en una de las razas más perfeccionadas del planeta, condición que establece que entre los maíces nativos hay variedades superiores, no sólo en rendimiento, sino en características relacionadas con sus usos (Muñoz, 2005).

En los tiempos actuales, para lograr la permanencia y conservación de las variedades nativas, pérdida de diversidad genética, es

necesario la continuidad del uso de los maíces por los diferentes grupos humanos (Ortega, 2003). Ante los presentes cambios climáticos, la variabilidad genética de maíz constituye una riqueza para la población mundial, y puede ser la base para lograr la soberanía alimentaria de México (Preciado y Montes, 2011).

Es importante considerar entre las diferentes estrategias de conservación y uso, el complejo genético Zapalote que puede llegar a estar en riesgo por su limitada distribución geográfica (Preciado y Montes, 2011). Los estudios en los aspectos de calidad que determinan los usos culinarios, junto con estudios de cadenas de valor, pueden contribuir notablemente a impulsar estratégicamente el uso de maíces nativos, y por tanto también a su conservación *in situ* (Hellin *et al.*, 2010)

El uso de los maíces nativos y por tanto su conservación *in situ*, podrán contribuir notablemente, a través de los estudios en los aspectos de calidad que determinan los usos culinarios específicos, junto con investigaciones de cadenas de valor (Fernández *et al.*, 2013, Hellin *et al.*, 2010). En Oaxaca el maíz más representativo de la región del istmo de Tehuantepec es la raza Zapalote Chico en la que los trabajos de mejoramiento y caracterización son escasos. Los productores de subsistencia de las regiones de temporal prefieren usar las razas nativas por la adaptación que presentan a las condiciones ambientales de las zonas, además porque tienen las características adecuadas para preparar los alimentos que consumen (Vázquez *et al.*, 2010). López *et al.*, 2005 y Cabrera *et al.*, 2019 han realizado trabajos sobre caracterización morfológica de poblaciones nativas de maíz del istmo de Tehuantepec, Oaxaca y selección familiar concluyendo que las poblaciones de la raza Zapalote Chico tenían estrecha variabilidad genética. El objetivo del presente trabajo fue de valorar las características agronómicas de

cuatro criollos superiores de maíz de la raza Zapalote Chico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó durante el ciclo agrícola primavera- verano de 2018, en el Tecnológico Nacional de México Campus Comitancillo, el cual se encuentra en el municipio de San Pedro Comitancillo, Oaxaca, ubicado entre las coordenadas geográficas 95° 09' 30'' de latitud Oeste del meridiano de Greenwich y 16° 26' 30'' de latitud Norte y con una altura de 70 msnm. De acuerdo a García (1988), el clima del lugar se caracteriza por ser cálido subhúmedo con Awo (w) ig, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano, isotermal y con el mes más caliente antes del solsticio de verano. La temperatura media anual es de 27°C siendo la más alta en el mes de mayo. Los vientos dominantes que se presentan en la región son provenientes del noroeste, los cuales se identifican en los meses de octubre a marzo alcanzando velocidades de 70 a 90 km/h. La precipitación media anual es de 600 mm; el periodo de lluvias abarca desde la segunda quincena de mayo hasta los primeros días de octubre, siendo bastante irregulares. La evaporación media anual es de 2388 mm. La humedad relativa durante la época de lluvia es de 57% en la época de seca es de 34%, siendo el promedio anual de 43.6%. (DIGEPO, 2015).

El material genético utilizado (Cuadro 1), consistió en cuatro criollos superiores de maíz de la raza Zapalote chico. Estos genotipos han sido seleccionados de los 18 criollos sobresalientes que se encuentran en proceso de conservación y mejoramiento en el Instituto Tecnológico de Comitancillo.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y 5 repeticiones. El arreglo topológico consistió en surcos de 10 m, distancia entre mata de 50 cm y entre surcos 60 cm, arrojando

No.	Tratamiento Denominación	Productor	Localidad	Nombre local
1	OAX-826	José M. Cabrera	San Pedro Comitancillo	Zapalote Chico
2	OAX-834	Fernando Jacinto	Santiago Laollaga	Zapalote
3	COL-64	Noel Ramírez J.	El Morro Mazatlán	Chiquito Morado
4	ZAP-MOR	Francisco Orozco	San Pedro Comitancillo	Zapalote Morado

Cuadro No. 1. Genealogía de los materiales genéticos en estudio.

Variable	Cuadrados medios		Media	Coeficiente de variación
	Varietades	Error		
Días a floración masculina	10.98**	0.61	47.8	1.63
Días a floración femenina	6.58**	1.04	49.6	2.06
Altura de planta	2548.98**	152.73	182.5	6.77
Altura de mazorca	1122.18**	86.14	77.3	12.00
Rendimiento de grano	2091394.88**	428897.21	3.28	17.7
Numero de hileras	29.14**	0.51	12.5	5.6
Numero de grano por hileras	18.57**	2.59	27.2	5.56
Longitud de mazorca	3.23**	0.49	11.7	5.44
Diámetro de mazorca	0.12**	0.01	4.4	2.44

Cuadro No. 2. Estadísticos de variables evaluadas. San Pedro Comitancillo, Oax. PV/2018

**=significancia al 1%

una densidad de población de 72,000 plantas/ha. La dosis de fertilización fue 100-40-40. Se determinaron variables de floración, altura, rendimiento de grano y sus componentes.

RESULTADOS

El análisis de varianza indicó que entre los 4 tratamientos en estudio se observaron diferencias altamente significativas, en todas las variables en estudio (Cuadro No. 2). Esto demuestra que, entre las razas nativas de maíz, predomina una gran diferencia en las características agronómicas. Esta situación se presenta también al interior de la misma raza, condición favorable en los programas de mejoramiento genético. Con estos resultados se difiere con lo señalado por López *et al.*, 2005, Cabrera *et al.*, 2019), quienes han realizado trabajos sobre caracterización morfológica de poblaciones nativas de maíz del istmo de Tehuantepec, Oaxaca y selección familiar concluyendo que las poblaciones de la raza Zapalote Chico tenían estrecha

variabilidad genética. Al respecto, González *et al.*, (2013) al estudiar la diversidad genética en maíces nativos mexicanos tropicales, concluyen que es importante considerar entre las diferentes estrategias de conservación y uso, el complejo genético Zapalote (Chico y Grande) puede llegar a estar en riesgo por su limitada distribución geográfica.

RENDIMIENTO DE GRANO

La factibilidad del cultivo está definida por su rendimiento al obtener mayores beneficios. El análisis de varianza demostró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con un rendimiento promedio de 3.28 t ha⁻¹, dato superior al SIAP (2023), donde se reporta en el año de 2018, una de siembra de 75,463 has con un rendimiento promedio de 1.5 t ha⁻¹. A su vez, los resultados de la presente evaluación no coinciden con lo reportado por Cabrera *et al.*, (2015), quienes en los años de 2004 y 2008, obtuvieron rendimientos promedios de 2.95 y 2.89 t ha⁻¹

en forma respectiva.

En la comparación medias (Figura No.1), se observa que la variedad con mayor desempeño fue la Col-64, con 4.24 t ha⁻¹, mientras que la de menor producción fue el tratamiento Oax-826, con 2.82 t ha⁻¹. En el ensayo de 2008 realizado por Cabrera *et al.*, (2015), donde se estudiaron los mismos materiales genéticos, los resultados presentan ciertas coincidencias al arrojar rendimientos superiores de 3 t ha⁻¹. Lo anterior, sugiere continuar los estudios para detectar otros atributos, así también, considerar estos genotipos, en los programas regionales de impulso a la soberanía alimentaria de este cultivo básico.

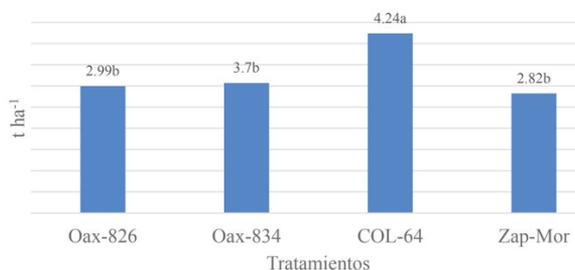


Figura No. 1. Rendimiento de grano (t ha⁻¹) de los tratamientos en estudio.

Las características de planta de los tratamientos (Cuadro No. 3), demostraron significancia estadística para las variables días a floración, tanto masculina y femenina; estos resultados son similares a lo descrito por Cabrera *et al.*, (2019). Se destacan Oax-834 y COL-64 al presentar mayor precocidad. Los días a floración son propiedades que definen la precocidad de los cultivos. Este atributo fitogenético que caracteriza a esta raza nativa constituye una poderosa herramienta de adaptación al cambio climático y como consecuencia a la seguridad alimentaria, ya que la disponibilidad de agua para los cultivos y su tolerancia genética a las tensiones bióticas y abióticas extremas, serán las condiciones clave ante los actuales cambios inminentes de sequías y de temperaturas extremas (Turrent *et al.*, 2016)

Los testimonios del Cuadro 3, no coinciden con Diego-Flores *et al.*, (2023), quienes al evaluar la variación de caracteres agromorfológicos de dos poblaciones nativas de esta misma raza de maíz, en tres localidades de los Valles Centrales de Oaxaca, reportaron para floración masculina 64.5 días después de la siembra y la femenina en 73.3 días. Lo anterior obedece, a que los descriptores de las localidades difieren del rango de adaptación de la raza Zapalote Chico.

En esta evaluación se encontraron variaciones de altura de planta y mazorca de 205.8 a 162.4 cm y de 94 a 58.6 cm respectivamente, estas cifras coinciden con lo reportado por Cabrera *et al.*, (2019). Con lo citado por Diego-Flores *et al.*, (2023), existe coexistencia con los valores de altura de mazorca, no siendo así en altura de planta, señalando que su ensayo experimental se situó en una zona diferente a la región istmeña.

De manera específica, la información reportada en el porte de planta de los genotipos estudiados, difiere con lo mencionado Cabrera *et al.*, (2015), en donde los valores se identifican como inferiores en relación a lo encontrado en esta estimación.

Variables	Variedades			
	Oax-826	Oax-834	COL-64	Zap-Mor
Días a floración masculina	48.2 ^b	46.6 ^c	46.8 ^{cb}	49.8 ^a
Días a floración femenina	49.8 ^{ab}	48.6 ^b	49 ^b	51.2 ^a
Altura de planta	164 ^b	162.4 ^b	205.8 ^a	198 ^a
Altura de mazorca	58.6 ^c	73.8 ^{bc}	94 ^a	83 ^{ab}

Cuadro No. 3. Comparación de medias en las variables de planta. San Pedro Comitancillo, Oax. PV/2018

Con lo respecta a los componentes del rendimiento del grano (Cuadro No. 4). La longitud de mazorca registró valores de

10.59 cm (Zap-Mor) a 12.30 cm (Oax-826), diámetro de mazorca marca cifras de 4.24 cm (OAX-826) a 4.56 cm (COL-64). Estos datos promedios son superiores a lo reportado por Diego-Flores *et al.*, (2023), cuando evaluaron poblaciones de Zapalote Chico fuera de su ambiente de origen y cultivo. Wellhausen *et al.*, (1951) consideran que la raza Zapalote chico puede presentar de 10 a 12 hileras y un diámetro de mazorca de 4 a 4.4 cm; estas cifras coinciden en tres de los materiales evaluados, no siendo así para la variedad Zap-Mor.

Las características del Zap-Mor se muestran semejantes a las de la raza Pepitilla, tales como número de hileras de granos, diferentes intensidades de color morado en el tallo, espiga, totomoxtle y olote. Estos recientes atributos en las poblaciones nativas de la raza Zapalote Chico, demuestran grados de aceptación en la región istmeña, siendo

REFERENCIAS

Aragón, F., Taba, S., Hernández, J.M., Figueroa, J.D., Serrano, V. y Castro, F.H. (2006). Catálogo de Maíces Criollos de Oaxaca. INIFAP-SAGARPA. Libro Técnico No. 6. Oaxaca, México. 344 p. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=6582094&pid=S0187-7380201300050000700004&lng=es

Cabrera, T J. M., Carballo, C. A. y Aragón, C. F. (2015). Evaluación agronómica de maíces raza Zapalote Chico en la región Istmeña de Oaxaca. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, (11), 2075-2082. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263138103002.pdf>

Cabrera, T. J. M., Carballo C. A., Mejía C. J. A., García, D. G. y Vaquera, H. H. (2019). Caracterización de poblaciones sobresalientes de maíz de la raza Zapalote Chico. Revista Fitotecnia Mexicana, 42(3), 269-279. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018773802019000300269&lng=es&tlng=es

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012. Proyecto global de maíces nativos. Razas de México. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/proyectoMaices>.

Diego-Flores P., Padilla-Cortés E., Martínez-Martínez L., Carrillo-Rodríguez J.C. y Chávez-Servia J.L. 2023. Variación fenotípica entre poblaciones precoces de maíz nativo de Oaxaca. Revista Mexicana de Agroecosistemas. Vol. 10(2): 122-133. <https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/view/406>.

DIGEPO. Dirección General de Población de Oaxaca San Pedro Comitancillo. 2015. Consultado en https://www.digepo.oaxaca.gob.mx/recursos/info_pdf/San%20Pedro%20Comitancillo.pdf

Fernández S. R., Morales C. L.A. y Gálvez M. A. 2013. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 36 Supl. 3-A: 275 – 283. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000500004

García, de M. E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.

resultado del flujo genético que identifica a la planta de maíz, así como de la selección que realizan los productores.

Tratamiento	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Numero de hileras	Numero de granos por hilera
Oax-826	12.30 ^a	4.24 ^b	10 ^c	25 ^b
Oax-834	12.01 ^a	4.28 ^b	10 ^c	30 ^a
COL-64	12.23 ^a	4.56 ^a	12 ^b	28 ^a
Zap-Mor	10.59 ^b	4.48 ^a	16 ^a	26 ^b

Cuadro No. 4. Componentes del rendimiento de grano. San Pedro Comitancillo, Oax. PV/2018

CONCLUSIONES

La permanencia y conservación de estas variedades nativas, es producto de la continuidad de su uso en la región istmeña de Oaxaca. En las poblaciones de la raza Zapalote Chico predomina la variabilidad genética.

González C.M.E., Palacios R.N., Espinoza B. A. y Bedoya S. C.A. (2013). Diversidad genética en maíces nativos mexicanos tropicales. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(Supl. 3-A), 329-338. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/36-supl-3-A/6a.pdf>

Hellin J, A Keleman, G Atlin (2010) Smallholder Farmers and Maize in Mexico: A Value-Chain Approach to Improved Targeting of Crop-Breeding Programs. *J. New Seeds* 11:262-280. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1522886X.2010.501623>

López, R. G., Santacruz, V. A., Muñoz, O. A., Castillo, G. F., Córdova, T. L. y Vaquera, H. H. (2005). Caracterización morfológica de poblaciones nativas de maíz del Istmo de Tehuantepec, México. *Revista Interciencia*, 30 (5), pp. 284-290. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33910407>

Muñoz O. A. (2005) Centli-Maíz. Prehistoria e Historia, Diversidad, Potencial, Origen Genético y Geográfico, 2a edición. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 210 p.

Ortega P. R. (2003). La diversidad del maíz en México. Sin maíz no hay país. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Dirección General de Culturas Populares e Indígenas. México,D.F. https://www.researchgate.net/publication/342903259_La_diversidad_del_maiz_en_Mexico

Palacios P. G. (2022). Maíz: Sociedad y Sacidad. Editorial Colección Montebello UNICACH. 99p. [https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/4269/Ma%C3%ADz,%20sociedad%20y%20sacidad%20\(1\).pdf?sequence=1](https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/4269/Ma%C3%ADz,%20sociedad%20y%20sacidad%20(1).pdf?sequence=1)

Preciado O. R. E. y Montes H.S. (2011) Reseña del libro “Amplitud, Mejoramiento, Usos y Riesgos de la Diversidad Genética de Maíz en México”. *Rev. Fitotec. Mex.* 34, Núm. 4. 2 p. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802011000400001

Turrent F. A., Cortés F.J.I., Espinosa C. A., Turrent T.C., y Hugo Mejía A.H. 2016. Cambio climático y algunas estrategias agrícolas para fortalecer la seguridad alimentaria de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.7 Núm.7 p. 1727-1739. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263149504019.pdf>

Vázquez C. M. G., Pérez C. J. P., Hernández C. J. M., Marrufo D. M. L., y Martínez R. E. (2010). Calidad de grano y de tortillas de maíces criollos del altiplano y valle del mezquital, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33(4), 49–56. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61014255009.pdf>

Wellhausen E.J., L. M. Roberts, E. Hernández X. y P. C. Mangelsdorf. (1951). Razas de Maíz en México, su Origen, Características y Distribución. Secretaria de Agricultura y Ganadería y Fundación Rockefeller. México. D. F. 239 p.