

Rendimiento de variedades de maíz pozolero raza 'elotes occidentales' evaluadas en Valles Altos de México

Norma Santiago-López^{1,5}

J. Jesús García-Zavala¹

Ulises Santiago-López²

Gilberto Esquivel-Esquivel³

1 Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México Texcoco km 36.5, Montecillos, Texcoco, Estado de México. CP. 56230.

2 Campo Experimental San Luis-INIFAP. Carretera San Luis-Matehuala km 14.5, Palma de la Cruz, San Luis Potosí. CP. 78431.

3 Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes- Texcoco km 13.5, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México. CP. 56230.

Autor para correspondencia: nsantiago.l@hotmail.com.mx.

Resumen

En los Valles Altos de México, el uso de maíz (*Zea mays* L.) para pozole y el mejoramiento genético de maíz pozolero se han enfocado en emplear variedades de las razas Ancho y Cacahuazintle, localmente aceptadas y adaptadas a la región, y se desconoce para esta región el potencial de respuesta productiva de otras variedades pozoleras originarias de otras regiones del país. El objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento de grano y otras variables agronómicas de 12 variedades de maíz pozolero raza Elotes Occidentales colectadas en Salvatierra, Guanajuato, México, en el año 2018, junto con una variedad local de maíz ancho y otra de Cacahuazintle como testigos, con el fin de identificar a las variedades con características sobresalientes entre los germoplasmas evaluados y con respecto a los testigos comerciales. Los 14 materiales se evaluaron en tres sitios del municipio de Texcoco, Estado de México, bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se encontraron diferencias significativas para rendimiento entre las variedades y los testigos. Las variedades rindieron de 6.5 a 8.2 t ha⁻¹ y los testigos de 3.1 a 7.9 t ha⁻¹. Las mejores variedades de 'Elotes Occidentales' superaron el rendimiento del testigo Cacahuazintle en 4 t ha⁻¹ y del testigo Ancho en 1.5 t ha⁻¹ y fueron los genotipos EOM-1 y EOM-6 los que mostraron un rendimiento promedio superior a 8 t ha⁻¹. También se encontró que estas variedades presentaron las mejores características en términos de comportamiento agronómico y adaptación al ambiente para rendimiento (REN), longitud de mazorca (LM), número de granos por hilera (GH) y número de días a floración masculina (FM) y femenina (FF) en comparación con los testigos pozoleros comerciales Maíz Ancho y Cacahuazintle, siendo la población EOM-1 la de mayor rendimiento con 8.6 t ha⁻¹. El peso de 200 semillas (P200S), la altura de planta (AP) y de mazorca (AM) se encontraron en los rangos de los testigos comerciales con promedios de 2.5 m, 1.6 m y 130 g respectivamente. Caso contrario al número de hileras, las poblaciones evaluadas presentaron mayor número en comparación a los testigos, siendo las poblaciones EOM-4, EOM-5 y EOM-8 las más sobresalientes con 10 hileras por mazorca.

Palabras clave:

Zea mays, maíz pozolero, raza elotes occidentales, rendimiento, variedades.

Introducción

A nivel mundial, el maíz (*Zea mays* L.) es el tercer producto agrícola de mayor importancia, pues aporta la tercera parte de la producción global (Oreamuno-Fonseca y Monge-Pérez, 2018). En México, el maíz es el cultivo más importante, y nuestro país es considerado como el centro de origen, domesticación y diversificación del maíz, con una extensa diversidad genética, cultural y gastronómica, producto de prácticas milenarias vinculadas al conocimiento tradicional de los pueblos originarios (Turrent *et al.*, 2010), quienes lo han cultivado en nichos ecológicos desde el nivel del mar, en zonas húmedas y secas, hasta los 3 400 m en Valles Altos.

En el año 2020, la producción de maíz blanco en México fue de 27 millones de toneladas, en una superficie de más de 7 millones de hectáreas (SIACON, 2023), lo que fue insuficiente para cubrir la demanda del consumo interno, y actualmente aún se depende de voluminosas importaciones para alimentar a la población y satisfacer las necesidades de grano de la industria y la ganadería. Esto porque en México el maíz de los diferentes tipos se cultiva principalmente en pequeñas extensiones con características tecnológicas y económicas heterogéneas, marginales y en transición (Polanco-Jaime y Flores-Méndez, 2008).

Un uso especial de algunos tipos de maíz es el pozole, platillo típico de la gastronomía mexicana. El maíz de las variedades pozoleras Ancho y Cacahuazintle, ingrediente esencial del pozole, se produce principalmente en México. En el año 2020, se alcanzó un volumen de producción de maíz pozolero de 23 706 t, presentando un aumento del 11.4% respecto al año 2019 y siendo el estado de México el mayor productor de este grano con una producción de 11 534 t, seguido Morelos con 11 088 y Puebla con 765 t (SIAP, 2022).

En los predios temporaleros, la autosuficiencia alimentaria con base en este grano es desfavorable, pues el déficit de rendimiento es cada día mayor entre los pequeños y medianos productores de maíz de temporal, que funcionan al 57% de su potencial productivo, y en algunas regiones incluso a menos de 50% (Ramírez-Jaspeado *et al.*, 2020). Con respecto a maíces para uso especial, el maíz pozolero, Ancho y Cacahuazintle en México se ha ido degenerando. Esto se debe a la erosión genética que sufre y a que los pocos o nulos estudios agronómicos y de mejoramiento se centran en germoplasmas locales específicos, aunado a la falta de subsidios e incentivos hacia los campesinos para seguir cultivando estos germoplasmas.

Debido a esto, el maíz pozolero se ha visto parcialmente desplazado por otros cultivos más consolidados en el mercado, como lo es el cultivo de sorgo, aunado a los múltiples fenómenos territoriales atribuibles tanto al crecimiento poblacional, como a los asentamientos humanos y a los latentes cambios socioeconómicos (McLean-Rodríguez *et al.*, 2019). La raza Elotes Occidentales es nativa de la región oeste de México en los estados de Nayarit, Jalisco y Michoacán (CONABIO, 2011) y se adapta a altitudes que van de los 100 a 1 500 m (Sánchez *et al.*, 2000).

El tamaño, color y textura de grano son las principales características atractivas de esta raza, apreciada por los campesinos, productores y mejoradores, que conducen a la conservación y mejoramiento de este recurso genético (Gómez, 2006). En los últimos años, los mejoradores enfrentan el reto del cambio climático que obliga a la generación de nuevo germoplasma de alto rendimiento y al alcance de los productores (Jarvis *et al.*, 2010). Por otro lado, la revaloración en las formas de consumo y utilización del maíz se ha incrementado, lo que obliga a generar material genético alterno que satisfaga las necesidades de los consumidores.

Franco e Hidalgo (2003) mencionan que una manera de explotar la diversidad genética es la evaluación de germoplasma de maíz introducido a un ambiente en particular. Así se conocerán e identificarán las características genéticas que se conservan y expresan bien a pesar del cambio de ambiente y que permiten determinar el grado de similitud o diferencia genotípica y fenotípica entre los germoplasmas introducidos y los locales (Márquez-Sánchez, 2008).

Las plantas del germoplasma nativo en su ambiente natural y, las de germoplasma introducido, tienen una dinámica evolutiva que produce variabilidad, la que a través del tiempo se utiliza para

identificar, estudiar y utilizar a las mejores poblaciones. Es así como los caracteres fenotípicos de interés antropocéntrico, como el grano para pozole, permiten describir a la planta en su morfología y arquitectura y su grado de interacción con el ambiente (Enríquez *et al.*, 1991; Franco e Hidalgo, 2003).

Con base en lo descrito líneas arriba, la evaluación, caracterización y clasificación de germoplasma nuevo en ambientes diversos constituye una meta importante para los programas de mejoramiento de maíz. Esto con el fin de conservar, mejorar, incrementar y aprovechar la diversidad genética de las especies nativas de maíz, como estrategia de sobrevivencia para las familias de comunidades rurales, que, en conjunto con otros productos asociados al cultivo y actividades alternas, contribuyen a la seguridad alimentaria (Damián *et al.*, 2013).

El objetivo fue evaluar el rendimiento y comportamiento agronómico de doce poblaciones de maíz pozolero de la raza Elotes Occidentales, en tres ambientes de los Valles Altos de México. La hipótesis planteada es que de las poblaciones evaluadas al menos una superará en rendimiento de grano y de mejor o similar campamiento agronómico con respecto a los materiales locales testigo.

Materiales y métodos

Los materiales genéticos de este trabajo consistieron en 12 poblaciones (EOM-1, EOM-2, EOM-3, EOM-4, EOM-5, EOM-6, EOM-7, EOM-8, EOM-9, EOM-10, EOM-11, EOM-12) de maíz pozolero de la raza Elotes Occidentales, las cuales fueron colectadas en Salvatierra, Guanajuato y dos testigos comerciales pozoleros de las razas Maíz Ancho y Cacahuazintle, adaptados a Valles Altos.

Sitios de evaluación y diseño experimental

Las evaluaciones se establecieron en tres ambientes: dos en el campo experimental del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo y uno más en terrenos del Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en Santa Lucía de Prías, Coatlínchán, Texcoco, Estado de México.

Los materiales se sembraron en marzo de 2018, en los tres ambientes, bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones. La siembra fue manual, depositando dos semillas por mata cada 0.5 m en parcelas de dos surcos con separaciones de 0.8 m de ancho y 6 m de longitud. Cada parcela consistió en 52 plantas, equivalente a una densidad de 60 000 plantas ha⁻¹. En los dos ambientes del *Campus* Montecillo se fertilizó con la dosis 140-60-00 y en el ambiente del CEVAMEX con la dosis 140-40-00.

En los tres casos se aplicó la mitad del N y todo el P al momento de la siembra y el resto del N se aplicó en la segunda escarda. En todos los casos se aplicó un riego de germinación y otro de nacencia. Posteriormente, se aplicaron riegos de auxilio cuando fue necesario, ya que el cultivo se desarrolló principalmente con la humedad de lluvia del verano.

En cada parcela se midieron los días a floración masculina (FM) y femenina (FF), la primera cuando 50% de las espigas liberaban polen y la segunda cuando 50% de los jilotes exponían estigmas de al menos 3 cm de longitud. Se registró la altura de planta (AP) y de mazorca (AM), dos semanas antes de la cosecha, midiendo todas las plantas de cada parcela, desde la base del tallo al nudo de inserción de la espiga y de la base del tallo al nudo de inserción de la mazorca superior, respectivamente.

VARIABLES EVALUADAS

En cinco mazorcas seleccionadas al azar, de cada material, se registró la longitud (LON) y diámetro de mazorca (DM), número de hileras (NH), y número de granos por hilera (GH). También se determinó el peso de 200 granos de cada material. Para calcular el rendimiento de

cada parcela (kg parcela^{-1}), las mazorcas cosechadas se pesaron y este peso se ajustó a 12% de humedad.

El rendimiento de grano por hectárea (REN) se calculó con base en el rendimiento por parcela, al multiplicar el peso de grano de las mazorcas cosechadas en la parcela útil, por su respectivo factor de superficie y ajustar al 15% de humedad (Mejía y Molina 1999). Las variables se midieron por triplicado en cada genotipo. Todas las variables se sometieron a un análisis de varianza combinado y las medias se compararon con la prueba de F y a una prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$). Los análisis fueron realizados mediante el procedimiento GLM del programa SAS® (SAS Institute, 2019).

Resultados y discusión

El análisis de varianza combinado detectó diferencias significativas ($p \neq 0.05$) entre genotipos (GEN), para todas las variables de estudio (Cuadro 1). Entre ambientes (AMB) se detectaron diferencias significativas ($p \neq 0.01$) en siete de las 10 variables evaluadas. Mientras que para la interacción genotipo \times ambiente (GEN \times AMB) se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) únicamente en dos variables, que fueron floración masculina (FM) y floración femenina (FF). El análisis con Andeva y la prueba de F son análisis globales, esto es sólo un indicador del efecto entre los ambientes y genotipos.

Cuadro 1. Cuadros medios del análisis de varianza combinado de 14 genotipos de maíz pozolero raza 'Elotos Occidentales' evaluados en tres ambientes de Valles Altos de México.

	FV	GL	FM	FF	AP	AM	NH	GH	LON	DM	REN	P200S
AMB	2	2253**	1201**	1.5**	0.6**	2	13*	5.83**	0.1	106.3**	29.6	
REP(AMB)	6	25	64*	0.1**	0.01	1	7	2.56*	0.2	7**	198.2*	
GEN	13	128**	185**	0.1**	0.1**	5**	61**	18.63**	0.2*	16.7**	1656.1**	
GEN \times AMB	26	37*	35*	0.02	0.02	0	6	1.48	0.1	1.3	89.6	
Error	78	23	21	0.02	0.01	1	4	1.07	0.1	1.1	87.1	
CV (%)		6	5	6	8	8	7	6	6	14	7.4	

FV= fuentes de variación; GL= grados de libertad; AMB= ambientes; REP(AMB)= repetición dentro de ambientes; GEN= genotipos; GEN \times MB= interacción genotipo por ambiente; CV= coeficiente de variación; *, **= significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad; FM= floración masculina; FF= floración femenina; AP= altura de planta; AM= altura de mazorca; NH= número de hileras de mazorca; GH= granos por hilera de mazorca; LON= longitud de mazorca; DM= diámetro de mazorca; REN= rendimiento; P200S= peso de 200 semillas.

El haber observado diferencias estadísticas entre genotipos y entre ambientes, indica por un lado la existencia de diversidad genética entre las variedades evaluadas y por el otro que los efectos ambientales, medidos por el comportamiento de los genotipos, fueron diferentes entre ambientes. Por otro lado, la interacción GEN \times AMB indica que la expresión genotípica y fenotípica de las variedades para la mayoría de las características agronómicas fue consistente a través de los ambientes, por lo que el rendimiento y sus componentes resultaron estables a pesar de que los ambientes fueron contrastantes (Becker y León, 1988). Asimismo, el efecto de un genotipo no significativo por la prueba de F en los ambientes puede ser significativo en una prueba de promedios o contraste. Entonces, es importante verificar diferencias mínimas y específicas no globales entre los genotipos.

Comportamiento de las variedades en los ambientes

La prueba de medias para ambientes del análisis combinado muestra que el ambiente del Campus Montecillo CP-C8 fue el más favorable en cuanto a rendimiento de grano con 9.2 t ha^{-1} (Cuadro 2). Asimismo, en este ambiente se observa que las poblaciones tuvieron los valores más altos para altura de planta (AP) y mazorca (AM), y en promedio resultaron ser más tardías. Por el contrario, los ambientes del CEVAMEX y el del Campus Montecillo CP-C13 tuvieron

el menor rendimiento (6 y 7.3 t ha⁻¹, respectivamente), valores más bajos para AP y AM y en floración resultaron ser más precoces.

Cuadro 2. Medias de tres ambientes de evaluación de 12 genotipos de maíz pozolero raza ‘Elotes Occidentales’ y dos testigos de maíz Ancho y Cacahuazintle en Valles Altos de México.

AMB	FM (días)	FF (días)	AP (m)	AM (m)	NH	GH	LON (cm)	DM (cm)	REN (t ha ⁻¹)	P200S (g)
CP-C13	83 b	87 b	2.6 b	1.4 b	9 a	32 a	18.3 a	4.8 a	7.3 b	126.5 a
CP-C8	92 a	93 a	2.9 a	1.7 a	9 a	31 b	17.7 b	4.8 a	9.2 a	126 a
INIFAP	77 c	82 c	2.6 b	1.5 b	9 a	32 a	18.3 a	4.9 a	6 c	127.6 a
DSH	13.6	4.7	0.3	0.3	0	0.6	0.4	0	4.9	0

Medias con letras iguales dentro de columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). FM= floración masculina; FF= floración femenina; AP= altura de planta; AM= altura de mazorca; NH= número de hileras; GH= granos por hilera; LON= longitud de mazorca; DM= diámetro de mazorca; REN= rendimiento; P200S= peso de 200 semillas.

Estos resultados coincidieron con lo reportado por Pérez-de la Luz *et al.* (2011), quienes señalan que las poblaciones nativas evaluadas en ambientes diferentes presentan rendimientos diferentes, debido principalmente al efecto de factores ambientales sobre la expresión del genotipo. Por otra parte, con base en el rendimiento se observó que los germoplasmas de Elotes Occidentales evaluados en el Valle de México se adaptan bien a esta región, pues su rendimiento promedio, para los tres ambientes, resultó tres veces mayor que el rendimiento promedio regional, el cual es de 2.8 t ha⁻¹ en Valles Altos (SIAP, 2018).

Comportamiento de los genotipos

Los genotipos evaluados igualaron y en algunos casos superaron el rendimiento de grano de las variedades testigo (Cuadro 3), los genotipos EOM-1 y EOM-6 presentaron rendimientos promedio de 8.4 y 8.6 t ha⁻¹, respectivamente, significativamente superior a los testigos. El testigo ancho (TMA) tuvo rendimiento de 7.9 t ha⁻¹ y el maíz Cacahuazintle (TMC) rindió 3.1 t ha⁻¹. El resto de los genotipos rindieron entre 6.5 a 8.2 t ha⁻¹.

Cuadro 3. Medias de 14 poblaciones de maíz pozolero Elotes Occidentales evaluadas en el Valle de México.

GEN	FM (días)	FF (días)	AP (m)	AM (m)	NH	GH	LON (cm)	DM (cm)	REN (t ha ⁻¹)	P200S (g)
EOM-1	83 bc	83 bc	2.7 abc	1.5 abc	9 cd	33 a	18.4 abc	4.7 b	8.6 a	125.3 b
EOM-2	93 a	92 a	2.8 a	1.6 a	8 d	33 a	20 a	4.7 b	6.5 b	133.9 b
EOM-3	83 bc	88 ab	2.6 bc	1.4 abc	9 cd	32 ab	18.4 abc	4.9 ab	7.7 ab	125.3 b
EOM-4	81 c	80 c	2.6 abc	1.4 bc	10 abc	31 ab	16.3 de	4.7 b	8.2 ab	106.8 d
EOM-5	81 c	84 bc	2.5 c	1.3 c	10 ab	30 ab	17 de	4.8 ab	7.6 ab	108.3 cd
EOM-6	83 bc	86 abc	2.7 abc	1.5 abc	9 b	33 a	19.2 abc	4.9 ab	8.4 a	126.4 b
EOM-7	85 bc	92 a	2.6 abc	1.4 bc	9 bcd	33 a	18.5 abc	4.7 b	8.1 ab	122.6 bc
EOM-8	82 c	85 bc	2.5 c	1.4 c	10 a	32 ab	17.5 cd	4.8 ab	8.2 ab	108.9 cd
EOM-9	87 abc	93 a	2.8 ab	1.6 ab	8 d	32 ab	19.1 abc	4.8 b	7.6 ab	129.9 b
EOM-10	83 bc	87 ab	2.6 abc	1.5 abc	9 d	32 ab	19.3 ab	4.6 b	7.5 ab	136.4 b
EOM-11	80 c	88 ab	2.6 abc	1.5 abc	9 bcd	31 ab	18 bcd	4.7 b	8.2 ab	126.2 b
EOM-12	90 ab	93 a	2.8 ab	1.6 a	8 d	34 a	20 a	4.7 b	7.1 ab	132.3 b
TMA	83 bc	87 abc	2.7 abc	1.5 abc	9 d	30 b	16.6 de	5.2 a	7.9 ab	160 a
TMC	79 c	81 bc	2.6 bc	1.5 abc	9 bcd	24 c	15.4 e	5 ab	3.1 c	131.6 b
DSH	12.3	11.7	0.2	0.1	2	7.6	3.3	0.5	3.4	30.1

Medias con letras iguales dentro de columna son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). FM= floración masculina; FF= floración femenina; AP= altura de planta; AM= altura de mazorca; NH= número de hileras; GH= granos por hilera; LON= longitud de mazorca; DM= diámetro de mazorca; REN= rendimiento; P200S= peso de 200 semillas.

Los rendimientos competitivos obtenidos por los genotipos Elotes Occidentales en Valles Altos, se atribuyen a las buenas características en términos de comportamiento agronómico y de adaptación que los genotipos nativos poseen para ambientes diversos. Estos resultados demuestran que las siembras iniciales del maíz exótico en una región nueva donde generalmente presenta inadaptación, susceptibilidad a enfermedades, modificación del ciclo vegetativo y bajo rendimiento (Gordon- Navas y Cervantes, 1991; Mendoza *et al.*, 2006), no es estrictamente aceptable para evaluaciones de comportamiento agronómico de material exótico en una nueva región de estudio.

Esto como producto de su amplia variación genética intrapoblacional y buen rendimiento, aspectos logrados a lo largo de muchos años de cultivo, como lo señalan Muñoz (2005); Pérez-de la Luz *et al.* (2011). Estas ventajas de los maíces Elotes Occidentales pueden aprovecharse con fines de mejoramiento genético para áreas de temporal o punta de riego en Valles Altos.

En el Cuadro 3 se analizaron variables morfológicas y fisiológicas de los genotipos, por considerar que tienen una contribución directa o indirecta en la expresión del rendimiento, se observa que el diámetro de mazorca y número de hileras de todos los genotipos fueron iguales a los testigos. Solo en granos por hilera y longitud de mazorca los valores de los genotipos EOM-1, EOM- 2, EOM- 6, EOM-7 y EOM-12 fueron mayores. Por otro lado, los valores promedio de los días a floración femenina (FF) mostraron que las poblaciones fueron de ciclo precoz para los tres ambientes de evaluación, con excepción de las poblaciones EOM-2 y EOM-12 que presentaron 92 y 93 días a floración en promedio, de acuerdo con la clasificación de Ángeles-Gaspar (2010).

Estos resultados indican que los materiales genéticos de Elotes Occidentales en los Valles Altos de México presentan características fisiológicas de ciclo corto ya que presentaron potencial de desarrollo en ambientes fríos, aunados a la presencia de altos rendimiento de grano (Cuadro 2) lo que dan una ventaja con respecto a los germoplasmas de la región ya que existen pocos materiales con estas características en el mercado y menor en el proceso de los programas de mejoramiento.

Los materiales de maíz pozolero Elotes Occidentales, de acuerdo con los resultados obtenidos, presentaron rendimientos de grano de hasta 8.6 t ha⁻¹, presentando competitividad en comparación con los dos testigos locales comerciales y en algunos casos superiores al rendimiento promedio local de los maíces ancho y Cacahuacintle comercial de Valles Altos que presentaron rendimientos promedio de 2.8 t ha⁻¹.

Asimismo, se identificó que dos de los germoplasmas EOM-1 y EOM-6 de Elotes Occidentales presentaron las mejores características en términos de comportamiento agronómico y adaptación al ambiente (REN, LON, GH, FF y FM) en comparación con los testigos comerciales pozoleros Maíz Ancho y Cacahuacintle.

En cuanto a la altura de planta (AP) y mazorca (AM), los genotipos evaluados mostraron alturas homogéneas y menores que las del testigo comerciales, principalmente para las poblaciones EOM-5 y EOM-8 H-48 con 2.3 m en altura de planta y 1.4 m para altura de mazorca, lo cual es deseable para los germoplasmas de mejoramiento de maíz para los Valles Altos que prefieren materiales de porte bajo ya que son de mayor tolerancia al acame además de poder ser cosechados mecánicamente.

Lo anterior debido a que, por ser poblaciones nativas, los maíces Elotes Occidentales pueden tener amplia variación genética intrapoblacional y buen comportamiento *per se* (López *et al.*, 2008), ventajas que pueden aprovecharse con fines de mejoramiento genético para áreas de temporal deficiente o de riego en Valles Altos (Gilet *et al.*, 2004).

Con los resultados obtenidos se puede establecer que se comprueba la hipótesis planteada que de las poblaciones evaluadas al menos una superaría en rendimiento de grano a los materiales locales testigo. Esto muestra la importancia de introducir y aprovechar germoplasmas nativos de otras regiones en Valles Altos y también indica la importancia de evaluar estos materiales bajo ambientes diferentes, para generar estrategias de mejorar el germoplasma de maíz pozolero en Valles Altos de México.

Conclusiones

Los maíces de la raza Elotes Occidentales, provenientes de Guanajuato, se adaptaron bien a los Valles Altos de México, presentaron en promedio rendimientos similares y superiores con rangos de 6.5 a 8.5 t ha⁻¹ con respecto a los testigos locales. Con estos resultados, se establecen que todos los genotipos respondieron favorablemente a las condiciones edáficas y climáticas de la zona de Valles Altos de México ya que los rendimientos de grano no se vieron afectados con diferencias significativas.

Al respecto los genotipos EOM-1 y EOM-6 fueron las poblaciones más sobresalientes ya que presentaron rendimientos promedio de 8.4 y 8.6 t ha⁻¹, respectivamente, siendo significativamente superiores a los testigos comerciales locales, logrando alcanzar un rendimiento promedio de grano superior a 8 t ha⁻¹. Esto convierte a las colectas evaluadas en germoplasma promisorio para iniciar un programa de mejoramiento genético de maíz pozolero de alto rendimiento en Valles Altos de México.

Con la incorporación de germoplasma diferente a la región de Valles Altos, se está explotando e incrementando nuevos patrones heteróticos que coadyuvan a superar al máximo los techos en rendimiento y en características fenológicas, morfológicas y fisiológicas de los genotipos existentes.

Bibliografía

- 1 Ángeles-Gaspar, E.; Ortiz-Torres, E.; López, P. A. y López-Romero, G. 2010. Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. *Rev. Fitotec. Mex.* 33(4):287-296.
- 2 Becker, H. C. y León, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed.* 01(1):1-23. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.1988.tb00261.x>.
- 3 CONABIO. 2011. Comisión Nacional para el Uso y Aprovechamiento de la Biodiversidad. Base de datos del proyecto global: recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la biodiversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México. <https://biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/OchoH/elotesOcc>.
- 4 Damián, M. A.; Cruz, A. L.; Ramírez, B. V.; Romero, O. A.; Moreno, S. L.; y Reyes-Muro, L. 2013. Maíz, alimentación y productividad: modelo tecnológico para productores de temporal de México. *Agric. Soc. Des.* 10(2):157-176.
- 5 Enríquez, G. C.; Suárez, H. C. y Salazar, C. C. 1991. Descripción y evaluación de los recursos genéticos. *In: técnicas para el manejo y uso de recursos genéticos vegetales.* Ed. Editorial porvenir. Quito, Ecuador. 2-27 pp.
- 6 Franco, T. L. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Bioversity International. Boletín técnico núm. 8.* Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia. 89 p.
- 7 Gil-Muñoz, A.; López, P. A.; Muñoz-Orozco, A. y López-Sánchez, H. 2004. Variedades criollas de maíz (*Zea mays*L.) en el Estado de Puebla, México: diversidad y utilización. *In: manejo de la diversidad de los cultivos en los agrosistemas tradicionales.* Ed. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali Colombia. 18-25 pp.
- 8 Gómez, B. N. 2006. Cosmovisión y ciencia de la vida del maíz. Fondo Nacional para la Cultura y las Artes. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México, DF. 28 p.
- 9 Gordón-Mendoza, R.; Camargo-Buitrago, I.; Franco-Barrera, J. y González-Saavedra, A. 2006. Evaluación de la adaptabilidad y estabilidad de 14 híbridos de maíz, Azuero, Panamá. *Agron. Mesoam.* 17(2):189-199.
- 10 Jarvis, A. H.; Upadhyaya, G. C.; Aggarwal, P. K.; Fujisaka, S. S. and Anderson, B. B. 2010. Climatic change and its effect on conservation and use of plant genetic resources for

- food and agriculture and associated biodiversity for food security. Thematic Background Study. 26-98 pp.
- 11 López, J. G. M.; Parra, J. R.; González, J. J. S.; Cruz, L. L.; Rivera, M. M.; Valtierra, J. A. C. y Herrera, M. D. J. G. 2008. Caracterización agronómica y morfológica de maíces nativos del noroccidente de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 31(4):331-340.
 - 12 McLean-Rodríguez, F. D. and Camacho-Villa, T. C. 2019. The abandonment of maize landraces over the last 50 years in Morelos, Mexico: a tracing study using a multi-level perspective. *Agric. Human Values.* 36(4):651-668. <https://doi.org/10.1007/s10460-019-09932-3>.
 - 13 Márquez-Sánchez, F. 2008. De las variedades criollas de maíz (*Zea mays* L.) a los híbridos transgénicos. I: recolección de germoplasma y variedades mejoradas. *Agric. Soc. Des.* 5(2):151-166.
 - 14 Mejía, C. A. y Molina, G. 1999. Comparación de procedimientos para la conversión a rendimiento por hectárea en la evaluación de variedades tropicales de maíz. *Agrociencia.* 33(2):159-163.
 - 15 Muñoz, O. A. 2005. Centli maíz. 2^{da} Ed. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 210 p.
 - 16 Navas, A. A. A. y Cervantes, T. S. 1991. Selección para rendimiento y adaptación a Valles Altos en cruza interracial tropical de maíz de México. *Agrociencia.* 2(4):97-113.
 - 17 Oreamuno-Fonseca, P. y Monge-Pérez, J. E. 2018. Maíces nativos de Guanacaste, Costa Rica: caracterización de los granos. *Cuadernos de investigación UNED.* 10(2):353-361. <https://doi.org/10.22458/urj.v10i2.1956>.
 - 18 Pérez-Luz, R.; López-Sánchez, H.; Pedro, A. L.; Gil-Muñoz, A.; Santacruz-Varela, A. y Guerrero-Rodríguez, J. 2011. Evaluación de poblaciones nativas de maíz en ambientes con heladas en Valles Altos de Puebla. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 2(5):703-714. <https://doi.org/10.29312/remexca.v2i5.1619>.
 - 19 Polanco-Jaime, A. y Flores-Méndez, T. 2008. Bases para una política de innovación y desarrollo, innovación de la cadena de valor del maíz. *Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).* 244 p.
 - 20 Ramírez-Jaspeado, R. J. A.; García-Salazar, R.; García-Mata, L. E.; Garza-Bueno, M. J.; Escalona-Maurice, E. y Portillo-Vásquez, M. 2020. Determinación de las regiones más competitivas de maíz en el Estado de México en función de la producción potencial. *Interciencia.* 45(3):150-157.
 - 21 Sánchez, J. J.; Goodman, M. M. and Stuber, C. W. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Econ. Bot.* 54(1):43-59. <https://doi.org/10.1007/BF02866599>.
 - 22 SAS Institute Inc. 2019. SAS/STAT user's guide, Version 9. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 5180 p.
 - 23 SIAP. 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario de producción agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>.
 - 24 SIACON. 2023. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. Sistema de información agropecuaria de consulta. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-blanco-o-amarillo-es-el-cultivo-de-tradicion-y-desarrollo>
 - 25 Turrent-Fernández, A. J.; Cortés-Flores, J. I.; Espinosa-Calderón, A. H.; Mejía-Andrade H. y Serratos-Hernández, J. A. 2010. Es ventajosa para México la tecnología actual de maíz transgénico. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(4):631-646.

Rendimiento de variedades de maíz pozolero raza 'elotes occidentales' evaluadas en Valles Altos de México

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 May 2023
Date accepted: 01 July 2023
Publication date: 02 August 2023
Publication date: July 2023
Volume: 14
Issue: 5
Pages: 096-104
DOI: 10.29312/remexca.v14i5.3225

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

Zea mays
maíz pozolero
raza elotes occidentales
rendimiento
variedades

Counts

Figures: 0
Tables: 3
Equations: 0
References: 25
Pages: 9