

Caracterización de maíces nativos en Tulancingo

Sergio Iban Mendoza-Pedroza¹

Mauricio Velázquez-Martínez²

Efraín Jehú Hernández Reséndiz³

Susana Elizabeth Ramírez-Sánchez³

Leodan Tadeo Rodríguez-Ortega⁴

Filogonio Jesús Hernández-Guzmán^{5,§}

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

2 Campo Experimental San Luis-INIFAP. Carretera San Luis Potosí-Matehuala km 14.5, Palma de la Cruz, San Luis Potosí, México. CP. 78432.

3 Campo Experimental Centro Altos de Jalisco- INIFAP, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. C.P. 47600,

4 Universidad Politécnica Francisco I. Madero. Domicilio Conocido SN, Francisco I. Madero, Tepatepec, Hidalgo. CP. 42660.

5 Departamento de Agroindustrias-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera. Federal México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56230.

Autor para correspondencia: fjesushg@hotmail.com

Resumen

Ante la necesidad de propagar maíces nativos productivos y preservar *in situ* provenientes de otros sitios de México, en Tulancingo, Hidalgo, el objetivo fue evaluar 23 maíces nativos mexicanos en rendimiento, fenología, caracterización de plantas y mazorcas en el Altiplano Hidalguense. Se sembró el 19 de abril de 2022 en diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se evaluó altura de planta, número de hojas y mazorcas, días a floración femenina y masculina, rendimiento de grano, peso de 200 granos, peso volumétrico, diámetro y largo de mazorca, número de líneas y granos. Se realizó Anova con GLM de SAS y Tukey ($\alpha = 0.05$), adicionalmente, se efectuó un análisis de regresión de Pearson y con la opción Stepwise de SAS para encontrar cual variable es mayormente responsable del rendimiento. El rendimiento mayor de grano se observó en el genotipo de Atlixco, Puebla ($6\,782\text{ kg ha}^{-1}$; $p < 0.05$). Los maíces más precoces fueron Hitchila y palomero con floración masculina 75 y 78 días después de siembra (dds) y floración femenina a 80 y 83 dds, respectivamente ($p < 0.05$). Los 200 granos de maíz más pesados fueron de Cuetzala, Guerrero con 94.4 g ($p < 0.05$), mientras el peso volumétrico mayor ocurrió en palomero 70.7 kg hl^{-1} . El rendimiento de grano fue influenciado por el diámetro de mazorca en 28% ($p < 0.05$). El conocimiento de maíces nativos en Tulancingo, Hidalgo, permitió destacar en rendimiento de grano al maíz de Atlixco, Romita, Tehuacán, Chaltenco, y Huitchila.

Palabras clave:

Zea mays, Ahuehuetitla, floración en maíces, stepwise.

Introducción

Los genotipos de maíz nativo en México han sido generados por selección por los agricultores dada cada condición agroecológica (Vega *et al.*, 2022). La evaluación de maíces nativos es importante para conservar, caracterizar y base para mejoramiento genético (González *et al.*, 2013).

La evaluación de maíces nativos con potencial deseable en ante una evaluación agronómica permite determinar el potencial en base a su comportamiento *per se*, a lo cual, Espinosa *et al.* (2019) evaluaron 63 genotipos en dos localidades de Coahuila, México, y reportaron rendimientos de 6.3 a 8.4 t ha⁻¹, a altitudes de 1 910 m y 1 457 m, respectivamente; encontraron ocho maíces sobresalientes en cada ambiente.

Por su parte Cabrera-Toledo *et al.* (2019) en San José Miahuatlán, Puebla, estudiaron 18 poblaciones de zapalote chico; las características con mayor valor descriptivo fueron altura de mazorca, altura de planta, número de hileras, diámetro de mazorca y concluyen que la variabilidad genética fue poca entre poblaciones de la misma altitud.

Ante la necesidad de propagar materiales de maíz productivos de otros sitios de México en Tulancingo, Hidalgo, el objetivo del estudio fue evaluar y caracterizar plantas de 23 maíces en rendimiento de grano, fenología, peso de 200 granos, peso volumétrico y también, cuantificar (%) esas variables en la influencia del rendimiento de grano.

Materiales y métodos

La investigación fue realizada en Ahuehuetitla, Tulancingo, Hidalgo, México, ubicado a 20° 05' 04.37" latitud norte y 98° 24' 49.80" longitud oeste, a altitud de 2 168 m. El clima es templado subhúmedo, precipitación anual de 550 mm y temperatura media anual de 16 °C (García, 2004). Los suelos son de tipo vertisol de textura arcillosa (INEGI, 2017).

La siembra se realizó el 19 de abril de 2022, la cual consistió en depositar dos semillas por mata en el fondo del surco a 5 cm de profundidad y 30 cm de separación entre sí. El terreno de siembra fue preparado barbecho y dos pasos de rastra y surcado de 0.8 m de separación y separación entre genotipos de 2.4 m.

Los riegos fueron aplicados el 19 y 26 de abril, 4, 19 y 26 de mayo, 3, 18 y 25 de junio y 3 y 18 de julio, con una lámina de riego de 60 cm. Para controlar malezas, a 30 días después de la siembra (dds) se aplicó la mezcla atrazina + 2,4D-amina a dosis de 1 000 g de cada producto comercial ha⁻¹. Se aplicó la fórmula 120-60-00, con urea y súper fosfato triple. La urea se aplicó 50% en siembra y resto a 60 dds. Los maíces estudiados (Cuadro 1) provinieron de zonas diversas de México del ciclo primavera-verano 2021 y para verificar la viabilidad de las semillas antes de siembra, se realizó de acuerdo con Álvarez-Vázquez *et al.* (2022); Quero-Carrillo *et al.* (2017) y así depositar dos semillas viables por mata.

Cuadro 1. Características generales de los maíces evaluados en Ahuehuetitla, Tulancingo de Bravo, Hidalgo en PV 2022.

Núm. material	Clave	Color	Localidad	Altitud (m)	Municipio	Estado federativo
1	L1	Blanco	El Abra	2 283	Tulancingo	Hidalgo
2	L2	Blanco	La Lagunilla	2 388	Tulancingo	Hidalgo
3	H1	Blanco	El Canjoy	1 185	San Bartolo Tutotepec	Hidalgo
4	H2	Blanco	San Bartolo	1 430	San Bartolo Tutotepec	Hidalgo
5	HC3	Amarillo	Calnali	1 315	Calnali	Hidalgo
6	SLP1	Blanco	La Palmita	1 049	Río Verde	San Luis Potosí
7	SLP2	Blanco	La Palmita	1 049	Río Verde	San Luis Potosí
8	SLP3	Negro	Pocitos	1 980	Charcas	San Luis Potosí

Núm. material	Clave	Color	Localidad	Altitud (m)	Municipio	Estado federativo
9	SLP4	Blanco	Pocitos	1 980	Charcas	San Luis Potosí
10	SLP5	Negro	Pocitos	1 980	Charcas	San Luis Potosí
11	P1	Negro	San José Miahuatlán	1 105	San José Miahuatlán	Puebla
12	P2	Blanco	San Isidro Tlacxitla	1 966	Tianguismanalco	Puebla
13	P3	Blanco	Rancho Gamboa	1 892	Atlixco	Puebla
14	GS1	Amarillo	Apetlanca	1 720	Cuetzala del Progreso	Guerrero
15	GS2	Negro	Apetlanca	1 720	Cuetzala del Progreso	Guerrero
16	GH3	Amarillo tenue	San Francisco Lagunita	692	Cuetzala del Progreso	Guerrero
17	GF4	Blanco	San Francisco Lagunita	665	Cuetzala del Progreso	Guerrero
18	GLS5	Blanco	San Francisco Lagunita	546	Cuetzala del Progreso	Guerrero
19	Palomero	Amarillo	Colegio de Postgraduados	2 244	Texcoco	Estado de México
20	Chaltenco	Blanco	Colegio de Postgraduados	2 244	Texcoco	Estado de México
21	CMQ	Morado	San Juan del Río	1 925	San Juan del Río	Querétaro
22	Huitchila	Morado	INIFAP Zacatepec	1 187	Zacatepec	Morelos
23	Romita	Blanco	Romita	1 746	Romita	Guanajuato

Para el estudio se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las parcelas experimentales constaron de dos surcos de 6 m de largo y 0.8 m de ancho (9.6 m²). A 20 dds se ajustó la densidad de población en cada parcela experimental a 65 000 plantas ha⁻¹. A 90 dds se marcó a 10 plantas representativas de cada genotipo y les fue colocado un listón rojo con blanco y hacer mediciones a lo largo del experimento. La caracterización morfológica descrita por SNICS (2022) fue en base a la guía para la descripción de variedades nativas de maíz (*Zea mays* L.).

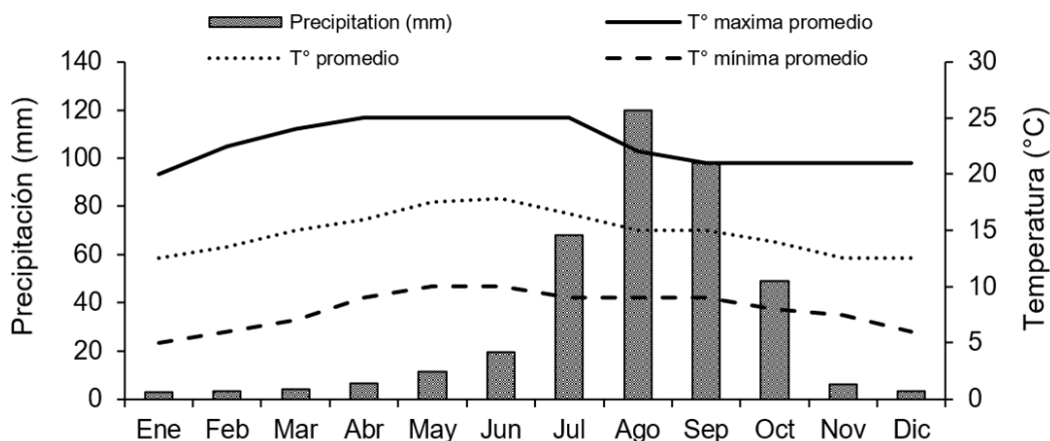
Las variables fueron: 1) altura de planta (AP; del nivel de suelo al ápice de rama, cm); 2) altura de mazorca (AM; del nivel del suelo a la mazorca más alta, cm); 3) número de hojas al 50% de antesis (NH); 4) número de mazorcas por planta (NMP); 5) días a floración masculina (DFM; espiga); 6) días a floración femenina (DFF; estigma); 7) asincronía floral entre la flor masculina y femenina (AF). Una vez cosechadas las mazorcas se evaluó; 8) rendimiento de grano (kg ha⁻¹); 9) peso de 200 granos (g); 10) peso volumétrico (hl⁻¹); 11) diámetro de mazorca (DM; cm); 12) Largo de mazorca (LM; cm); 13) número de hileras (NH); 14) número de granos por hilera (NGH) y 15) número de granos totales por mazorca (NGM). Para las variables 1 a 7 se usaron diez plantas con competencia completa, en tanto que para las variables 8 a 13 se tomaron tres repeticiones de cada bloque.

La cosecha de mazorcas fue manual el 20 de noviembre de 2022. El secado se realizó al interior de un invernadero, extendiéndolas sobre una malla doble antiáfidos y removiéndolas cada siete días. Una vez que alcanzaron 13% de humedad (medida con un determinador de humedad marca LDS-1G®, Pekín, China), se caracterizó a 10 mazorcas de cada unidad experimental y después fueron desgranadas manualmente y se pesó tanto olotes como granos en báscula Truper® modelo 1551.

El rendimiento de grano (kg ha⁻¹) por material se determinó por regla de tres de cada parcela experimental y bloque. Posteriormente los granos de cada repetición fueron pasados a través de un homogeneizador tipo Boerner (Seedburo). El peso volumétrico (kg hl⁻¹) se calculó al tomar 1

L y se pesó en báscula digital Truper modelo 1551 (g). El peso de 200 granos fue determinado con ayuda de una báscula digital Sartorius marca Entris® (0.0001 g; Pekín, China). Los datos de temperatura media, mínima y máxima mensual, así como la precipitación se tomaron de la estación meteorológica de la CONAGUA en la Presa La Esperanza a 4 km del lugar (Figura 1).

Figura 1. Precipitación y temperaturas en Tulancingo, Hidalgo en 2022.



La información se sometió a análisis de varianza con GLM de SAS® (2010). La agrupación de medias se realizó con Tukey ($\alpha = 0.05$). También se usó stepwise de SAS® para determinar qué variable de la mazorca influye en mayor porcentaje en el rendimiento.

Se realizó una correlación de Pearson con el mismo paquete estadístico para saber si hay relación entre el NH, AM, NM, peso de 200 granos y peso volumétrico con el rendimiento de grano ($\alpha = 0.05$).

El modelo estadístico de regresión múltiple fue: $Y_i = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_4 X_4 + B_5 X_5 + B_6 X_6 + \epsilon_i$. Donde: Y_i = variable rendimiento; $B_{0,1,2,3,4,5,6}$ = parámetros de la ecuación de regresión; X_1 = variables independientes (diámetro de mazorca, largo, líneas de grano, granos por línea, peso del total de granos, peso de 200 granos); ϵ_i = error aleatorio.

Resultados y discusión

Se observó diferencia ($p < 0.001$) en AP, AM, NH y NMP (Cuadro 2). El material genético H2, SLP2 y Chaltenco fueron de AP mayor mientras AP menor ocurrió en palomero y Huitchila ($p < 0.05$). No se encontró correlación entre AP y AM ($p > 0.05$), en plantas grandes no están la mazorca (s) a mayor altura del nivel del suelo, lo cual, difiere con Cruz-Lázaro *et al.* (2009) donde observaron una relación lineal entre AP y AM mayores.

Cuadro 2. Características morfológicas y días a floración de 23 maíces nativos en Ahuehuetitla, Tulancingo, Hidalgo.

Material genético	Altura de planta (m)	Altura de mazorca desde el suelo (m)	Núm. de hojas	Núm. de mazorcas	Días a floración masculina	Días a floración femenina	Días de asincronía floral
L1	3 bcde [†]	1.65 bcdefg	17 a	1 b	90.2 j	99.1 kl	8.9 fghij
L2	3 bcde	1.59 cdefgh	12 i	1 b	90.6 j	105.8 jk	15.2 bcd
H1	2.9 cdef	1.54 ab	11.9 i	1 b	123.9 a	144.2 a	15.6 bc
H2	3.4 a	1.79 efghij	15.9 bcd	1 b	118.8 b	134.4 b	20.3 a
HC3	3.1 abc	1.84 a	16 abc	1.2 ab	112.9 c	124.7 c	11.8 def

Material genético	Altura de planta (m)	Altura de mazorca desde el suelo (m)	Núm. de hojas	Núm. de mazorcas	Días a floración masculina	Días a floración femenina	Días de asincronía floral
SLP1	3.3 ab	1.83 a	15.9 bcd	1 b	104.3 ef	125.9 c	18.7 ab
SLP2	3 bcde	1.65 bcdefg	13.9 fg	1.6 a	106.1 de	124.8 c	21.6 a
SLP3	2.5 hi	1.48 hij	16.2 ab	1 b	92.4 ij	108.1 fgh	15.7 bc
SLP4	3.1 bcd	1.66 bcdefg	13.8 gh	1.7 a	107.1 d	116.4 e	9.3 efg
SLP5	-2.8 efg	1.66 bcdefg	16.1 ab	1 b	105.4 de	114.3 e	8.9 fghij
P1	2.4 ij	1.44 hij	12.8 hi	1.4 ab	84.5 k	89.9 l	5.4 ijkl
P2	2.3 ij	1.39 abcde	11.9 i	1 b	111.2 c	120.2 d	9 fghi
P3	2.9 cdef	1.69 jk	12.2 i	1 b	99.4 gh	109.6 fg	10.2 efg
GS1	3.1 abc	1.57 defghij	14 efg	1.2 ab	98.9 h	111 f	12.1 def
GS2	3 bcde	1.66 cdefg	15.6 bcd	1.3 ab	101.6 fgh	121.1 d	19.5 a
GH3	2.9 cdef	1.51 fghij	14 egf	1.2 ab	85.8 k	92.1 l	6.3 hijkl
GF4	3 bcde	1.64 bcdefg	16 abc	1 b	91.4 ij	96.6 k	5.2 jkl
GLS5	2.8 fg	1.5 ghij	15 cde	1 b	92.6 ij	101.5 ij	8.9 fghij
Palomero	2.2 j	1.25 k	12.3 i	1.2 ab	78.3 l	83.1 m	4.8 l
Chaltenco	3.2 abc	1.74 abc	14.9 efg	1.3 ab	93.5 i	107 gh	13.5 cde
CMQ	2.6 gh	1.71 abcd	12.6 i	1.3 ab	101.8 fg	108.9 fg	7.1 ghijk
Huitchila	1.8 k	1.26 k	11.9 i	1 b	75 m	80 n	5 kl
Romita	2.6 gh	1.43 ij	14.9 efg	1.7 a	93.9 i	102.6 i	8.7 fghijk
Promedio	2.8	1.6	14.2	1.2	98.2	109.6	11.38
DMS	0.239	0.156	1.01	0.554	2.76	2.99	3.7

† = letras minúsculas iguales por columna son promedios similares ($p > 0.05$).

El NH mayor al 50% de antesis se observó en L1 con 17 hojas ($p < 0.05$), y el menor (con 12.8 hojas) ocurrió en P1 ($p < 0.05$) y no se observó correlación entre el NH con mayor rendimiento en grano ($p > 0.05$) como fue consignado por Perales y Golicher (2014). Los materiales con NMP mayor fueron registrados en SLP4 y Romita (1.7) y fueron similar ($p > 0.05$) a SLP2, P1, GS2, GH3, GS1, Palomero, Chaltenco y CMQ; sin embargo, en el análisis de correlación con el rendimiento, no influyó ($p > 0.05$).

La floración masculina y femenina fue diferente ($p < 0.05$) y se observó asincronía floral desde 5 y hasta 22 días (Ángeles-Gaspar *et al.*, 2022). Los maíces más precoces fueron Huitchila y palomero, con DFM a 75 y 80 dds, y DFF a 78.3 y 83.1 dds, respectivamente ($p < 0.05$). Se observó AF porque entre el último riego y el temporal fueron 40 días. El genotipo con AF mayor fue SLP2 con 26 días ($p < 0.05$) y el menor fue palomero con 5 días.

Se observó diferencia en el rendimiento de grano en los 23 materiales genéticos de maíz evaluados en Tulancingo $p < 0.05$ (Cuadro 3). El rendimiento de grano mayor se presentó en P3 con 6782 kg ha⁻¹ y superó a L2, Romita, P1, Chaltenco y Huitchila en 1.05, 1.08, 1.13, 1.12 y 1.17 veces, respectivamente ($p > 0.05$); el material L2 (originario de Tulancingo) está en los sobresalientes. Arellano *et al.* (2018) reportaron de 4.3 a 12 t de grano de maíz en varias localidades del Estado de México y Tlaxcala.



Cuadro 3. Características productivas y morfológicas de mazorcas y granos de 23 genotipos de maíz establecidos en Ahuehuetitla, Tulancingo, Hidalgo, México.

Clave genotipo	Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹)	Peso de 200 granos (g)	Peso volumétrico (g hl ⁻¹)	Diámetro de mazorca	Largo de mazorca	Núm. de hileras	Granos por hilera	Granos totales por mazorca
L1	4 323 de [†]	69.08 ef	61.2 ghi	14.5 bcdefg	11 b	12.9 cdef	22.9 cdef	293 def
L2	6 484 a	83.58 bc	59.6 jk	16 abc	13.3 ab	12.6 cdefg	27.2 abcdef	341 cdef
H1	2 622 i	42.03 jkl	60.2 ijk	12.3 ghi	13.3 ab	10.7 efgh	27.7 abcdef	296 def
H2	3 077 ghi	39.55 lm	61.7 fgh	11.8 i	13.3 ab	10.8 efgh	29.6 abcd	321 def
HC3	3 255 fghi	41.24 klm	66.2 bc	11.9 hi	13.2 ab	10.2 fgh	33.9 a	345 bcdef
SLP1	4 052 de	55.28 hi	60.05 ijk	14.5 bcdef	12.7 ab	12.6 cdefg	23.6 cdef	298 def
SLP2	5 931 de	60.13 hg	61 ghi	16.4 ab	13.8 ab	13.3 cde	29.2 abcd	388 abcd
SLP3	4 138 ef	56.89 hi	64 e	14 cdefgh	11.3 b	13.4 bcde	22.4 def	304 def
SLP4	4 328 ef	66.63efg	60.7 hij	13.99 cdefgh	14.9 a	12.1 cdefg	24.8 bcdef	303 def
SLP5	4 258 efg	48.75 jkl	66.8 b	13 fghi	13 ab	12.1 cdefg	26.2 abcdef	316 def
P1	6 007 abc	80.96 cd	62.6 fgh	16.3 ab	13.2 ab	11.9 cdefg	25.1 bcdef	298 def
P2	4 084 ef	49.74 ijk	61.6 fghi	13.3 defghi	12.7 ab	13.1 cdef	28.4 abcde	371 bcd
P3	6 782 a	60.02 hg	64.7 f	15.1 abcde	13.3 ab	14.4 bc	31.9 ab	461 abc
GS1	3 402 efghi	72.66 de	61.9 gf	13.9 cdefghi	12.9 ab	11.2 defg	20.7 ef	231 fg
GS2	5 455 bc	94.49 a	64.1 e	14.3 bcdefg	12.9 ab	10.1 fgh	22.1 def	224 fg
GH3	5 157 cd	50.92 ij	65.3 bcd	15.9 abc	11.7 b	17.9 a	26.1 abcdef	470 ab
GF4	3 900 efg	70.34 ef	57 i	17.2 a	13.4 ab	13.7 bcde	24.8 bcdef	334 cdef
GLS5	2 703 i	62.94 fgh	56.3 i	15.4 abcde	11.8 b	14.1 bcd	26 abcdef	359 bcde
Palomero	3 813 efgh	32.39 m	70.7 a	13.3 efghi	12.1 ab	16.5 ab	30.8 abc	511 a
Chaltenco	6 067 abc	82.74 c	62.5 f	15.5 abcd	13.8 ab	12.4 cdefg	26.1 abcdef	325 def
CMQ	2 828 hi	89.73 abc	53.8 m	13 fghi	12.8 ab	8.3 h	19.8 f	163 g
Huitchila	5 801 abc	92.33 ab	59.3 k	15.5 abcd	12.4 ab	9.6 gh	24.9 bcdef	242 efg
Romita	6 305 ab	61.65 fgh	61.1 ghi	15.7 abc	13.4 ab	14 bcd	27 abcdef	378 bcd
Promedio	4 555	63.66	61.9	14.5	12.9	13	26	329
DMS	991	8.94	1.16	2.2	2.95	3.09	7.9	127.1

[†] = literales con letras minúsculas iguales por columna son promedios similares ($p > 0.05$).

El rendimiento de grano de maíz según Espinosa *et al.* (2019), responden de manera diferente en ambientes contrastantes debido a su amplia variación genética intrapoblacional y buen comportamiento *per se*. En cuanto al peso de 200 granos, el valor mayor se observó en GS2 (94.4 mg) y fue similar a CMQ y Huitchila ($p > 0.05$), mientras el valor menor ocurrió en SLP1 y SLP2 con 55.28 y 56.89 mg, respectivamente. Por lo anterior, Velasco *et al.* (2022) no encontraron relación entre el peso de 200 granos y mayor rendimiento; atribuyeron el rendimiento mayor a mas mazorcas por planta.

Asimismo, Aguilar-Carpio *et al.* (2022) reportaron 41 g en 100 granos (rango de este estudio) y atribuyeron el peso a mayor nutrición con N. El peso volumétrico mayor se observó en palomero (70.6 kg hl⁻¹; $p < 0.05$) y menor en CMQ (53.8 kg hl⁻¹; $p < 0.05$), esta variable no está correlacionada con mayor rendimiento ($p > 0.05$); efecto relacionado por Velasco *et al.* (2022), lo cual sucedió en palomero. Según Widholm *et al.* (2014), el llenado de endospermo harinoso y vítreo depende de las condiciones climáticas y nutrición.

El DM mayor se observó en GF4 (17.2 cm; $p < 0.05$), pero fue similar ($p > 0.05$) a L2, SLP2, P1, P3, GH3, GLS5, Chaltenco, Huitchila y Romita; sin embargo, los superó en 1.08, 1.05, 1.06, 1.08,

1.12, 1.1, 1.11, 1.10 y 1.09 veces, respectivamente ($p > 0.05$), mientras el DM menor se observó en H2 (11.8 cm).

El LM fue mayor en SLP4 (14.8 cm), y los valores menores fueron en L1, SLP3, GH3 y GLS5; 11.0, 11.3, 11.7, 11.8, respectivamente ($p > 0.05$). Por lo anterior, Cabrera-Toledo *et al.* (2019) comentan que LM y DM han sido características deseables que los productores han seleccionado en décadas, ya que cada sitio agroecológico rota maíces debido a su productividad en grano o forraje (Sánchez-Hernández *et al.*, 2021; Hortelano *et al.*, 2012); sin embargo, los maíces nativos se acaman ante vientos fuertes y la maquinaria no puede ensilar (Rodríguez Ortega *et al.* (2024).

En el análisis de varianza de la regresión stepwise para variables de mazorca, los parámetros de las variables independientes son diferentes ($p < 0.0001$) con $R^2 = 40.6\%$, la variación del rendimiento de grano es explicada por el modelo, dicho porcentaje puede considerarse aceptable y confirma la diversidad genética de los 23 maíces nativos.

El DM influyó 28%, mientras, el NGT y peso de 200 granos fue 34%. La ecuación de predicción obtenida para rendimiento de grano es: $y = -2135.77 + 203.96 (\text{diámetro}) + 4.92 (\text{granos totales}) + 33.31 (\text{peso de 200 granos})$. El rendimiento se explicó, en parte, por DM, NGT y peso de 200 granos ($p < 0.0001$). En cambio, el LM, NH y NGH no resultaron ser variables explicativas importantes.

Evaluar materiales genéticos nativos de maíz en Tulancingo de otros sitios permitió seleccionar y conservar germoplasma para futuras generaciones. Sánchez-Hernández *et al.* (2021) evaluaron maíces nativos de Loma Bonita, Oaxaca, México y permitió conocer que los nativos superaron al testigo en AP, área foliar, diámetro de tallo y forraje y según González-Martínez *et al.* (2020) los caracteres morfológicos, fenológicos y variabilidad de mazorca sustentan la variabilidad morfológica, como ocurrió en este estudio.

Conclusiones

En la evaluación de 23 genotipos de maíz en Tulancingo, Hidalgo, se destaca por rendimiento de grano al maíz originario de Rancho Gamboa-Atlixco, Huitchila, La Lagunilla y Romita. El rendimiento está influenciado por diámetro de mazorca en 28%, mientras número de granos totales y peso de 200 granos explica el 34%.

Bibliografía

- 1 Aguilar-Carpio, C.; Escalante-Estrada, J. A. S.; Aguilar-Mariscal, I. y Rojas-Victoria, N. J. 2022. Rentabilidad y rendimiento de tres genotipos de maíz en respuesta al biofertilizante y nitrógeno, en clima templado. *Biotecnia*. 24(2):77-83. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v24i2.1603>.
- 2 Álvarez-Vázquez, P.; Rojas-García, A. R.; Joaquín-Cancino, S.; Velázquez-Martínez, M.; Rodríguez-Ortega, L.T. y Hernández-Guzmán, F.J. 2022. Producción de forraje y semilla de ocho pastos al establecimiento en Tulancingo, Hidalgo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 13(6):1041-1053. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i6.3027>.
- 3 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. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 33(4):287-296. <https://doi.org/10.35196/rfm.2010.4.287>.
- 4 Arellano, V. J. L.; Virgen, V. J. y Rojas, M. I. 2018. Gacela H72: híbrido de maíz precoz para áreas de temporal y riego del Altiplano Central de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 9(6):1303-1310. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i6.1590>.
- 5 Cabrera-Toledo, J. M.; Carballo-Carballo, A.; Mejía-Contreras, J. A.; García-Santos, G. y Vaquera-Huerta, H. 2019. Caracterización de poblaciones sobresalientes de maíz de la raza zapalote chico. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 42(3):269-279. <https://doi.org/10.35196/rfm.2019.3.269>.

- 6 Cruz-Lázaro, E.; Córdova-Orellana, H.; Estrada-Botello, M. A.; Mendoza-Palacios, J. D.; Gómez-Vázquez, A. y Brito-Manzano, N. P. 2009. Rendimiento de grano de genotipos de maíz sembrados bajo tres densidades de población. *Universidad y Ciencia*. 25(1):93-98. <https://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v25n1/v25n1a7.pdf>.
- 7 Espinosa, T. L. C.; Rincón, S. F.; Ruíz, T. N. A.; Martínez, R. J. M. y Benavides, M. A. 2019. Respuesta ambiental de poblaciones nativas de maíz del sureste de Coahuila, México. *Nova Scientia*. 11(23):108-125. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v11n23/2007-0705-ns-11-23-00006.pdf>.
- 8 García, A. E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 90 p.
- 9 González-Martínez, J.; Rocandio-Rodríguez, M.; Contreras-Toledo, A. R.; Joaquín-Cancino, S.; Vanoye-Eligio, V.; Chacón-Hernández, J. C. y Hernández-Bautista, A. 2020. Diversidad morfológica y agronómica de maíces nativos del Altiplano de Tamaulipas. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 4(43):361-370. <https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/811>
- 10 Hortelano, S. R. M.; Gil, M. A.; Santacruz, V. A.; López, S. H.; Antonio, L. P. y Miranda, C. S. 2012. Diversidad fenotípica de maíces nativos del Altiplano Centro-Oriente del Estado de Puebla, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 35(2):97-109. <https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/517>.
- 11 INEGI. 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario Estadístico y Geográfico de Hidalgo. Ciudad de México. 671 p.
- 12 Perales, H. and Golicher, D. 2014. Mapping the diversity of maize races in Mexico. *PLoS ONE*. 9(12):e114657. 10.1371/journal.pone.0114657.
- 13 Quero-Carrillo, A. R.; Hernández-Guzmán, F. J.; Pérez-Rodríguez, P.; Hernández-Livera, A.; García-Santos, G.; Landa-Salgado, P. y Ramírez-Sánchez, S. E. 2017. Germinación de cariósides clasificados por tamaño y diásporas de cuatro pastos para temporal semiárido. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 40(1):489-502.
- 14 Rodríguez-Ortega, L. T.; Landa-Salgado, P.; Velázquez-Martínez, M.; Hernández-Martínez, R.; Mendoza-Pedroza, S. I.; Hernández-Guzmán, F. J.; Hernández-Reséndiz, E. J. 2024. Rendimiento de forraje, grano y calidad de ensilado de maíces híbridos en el Valle de Tulancingo, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 47(4):349-358.
- 15 Sánchez-Hernández, M. A.; Morales-Terán, G.; Mendoza-Pedroza, S. I.; Hernández-Bautista, J.; Fraire-Cordero, S. y Rivas-Jacobo M. A. 2021. Caracterización de maíces nativos con aptitud forrajera en la Cuenca Baja del Papaloapan. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 44(4A):755-764. <https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/908>.
- 16 SAS. Instituto. 2010. SAS/STAT User's Guide Version 9.2. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA. 5136 p.
- 17 SNICS. 2022. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Guía para la descripción de variedades nativas maíz (*Zea mays* L.). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. 34 p. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/891830/GuiaMaizNativo2024-final.pdf>.
- 18 Vega, A. I.; Flores, S. D.; Escalona, M. M. J.; Castillo, G. F. y Jiménez, V. M. A. 2022. Tlaxcala, investigación en maíz nativo y mejorado: problemática, campos del conocimiento y nuevos retos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 13(3):539-551. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i3.2888>.
- 19 Velasco, M. S.; Tadeo, R. M.; Espinosa, C. A.; Zaragoza, E. J.; Canales, I. E. y Coutiño, E. B. 2022. Rendimiento de grano, forraje y calidad forrajera de nuevos híbridos de maíz de Valles Altos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 13(1):77-87. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i1.2398>.
- 20 Widholm, J. M.; Kumlehn, J. and Nagata, T. 2014. Biotechnological approaches to barely improvement. *Biotechnology in Agriculture and Forestry*. Volume 69. Kumlehn, J. and Stein, N. Ed. Springer. Heidelberg. 426

Caracterización de maíces nativos en Tulancingo

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 January 2025
Date accepted: 01 April 2025
Publication date: 20 August 2025
Publication date: Jul-Aug 2025
Volume: 16
Issue: 5
Electronic Location Identifier: e3743
DOI: 10.29312/remexca.v16i5.3743

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

Zea mays
Ahuehuetitla
floración en maíces
stepwise

Counts

Figures: 1
Tables: 3
Equations: 0
References: 20
Pages: 0