

Evaluación agronómica de maíces raza Zapalote chico en la región Istmeña de Oaxaca*

Agronomic assessment of tiny Zapalote race maize in the Isthmian region of Oaxaca

José Manuel Cabrera Toledo^{1§}, Aquiles Carballo Carballo² y Flavio Aragón Cuevas³

¹Instituto Tecnológico de Comitancillo. Carretera Ixtaltepec-Comitancillo km 7.5. San Pero Comitancillo, Oax. ²Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad-Producción de Semillas. Colegio de Postgraduados. Carrera México-Texcoco, km 36.5. Montecillo, Texcoco, México. ³Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Melchor Ocampo No. 7. Santo Domingo Barrio Bajo, Etla, Oax. [§]Autor para correspondencia: cabrera.jose@colpos.mx.

Resumen

Con el propósito de conocer el comportamiento de poblaciones sobresalientes de maíz de la raza Zapalote chico, se realizó la evaluación agronómica de 18 criollos sobresalientes. Las poblaciones sobresalientes se han caracterizado y conservado, a la vez que se avanza en la selección y mejoramiento de cuatro variedades superiores. Las evaluaciones de campo se desarrollaron durante cuatro ciclos de cultivo en los terrenos experimentales del Instituto Tecnológico de Comitancillo, Oax. Se registraron 10 variables. El diseño experimental fue completamente al azar con dos repeticiones. Los resultados demostraron diferencias altamente significativas para variedades, año agrícola y para la interacción de ambos factores en rendimiento de grano, días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta, altura de mazorca y ancho de grano. Las conclusiones más relevantes son: 1) El rendimiento de grano para variedades y años fluctuó entre 1.73 a 2.97 t ha⁻¹; y 2) En la región existe amplia variación genética entre y dentro de poblaciones de la raza Zapalote chico.

Palabras clave: diversidad genética, patrones varietales, variación genética, Zapalote chico.

Abstract

In order to understand the behaviour of outstanding stocks of tiny Zapalote race maize, agronomic assessment of 18 outstanding landrace was performed. The outstanding stocks have been characterized and preserved, while advances in the selection and breeding of top four varieties. Field assessments were developed for four crop cycles in the experimental fields of Comitancillo Institute of Technology, Oaxaca. 10 variables were recorded. The experimental design was completely randomized with two replications. The results showed highly significant differences for varieties, crop year and for the interaction of both factors on grain yield, days to male flowering, and days to silking, plant height, ear height and width of grain. The main conclusions are: 1) The yield of grain varieties and years ranged from 1.73 to 2.97 t ha⁻¹ and; 2) In the region, there is wide genetic variation among and within populations of tiny Zapalote race maize.

Keywords: genetic diversity, genetic variation, tiny Zapalote, varietal patterns.

* Recibido: octubre de 2014
Aceptado: enero de 2015

En México se siembran anualmente 9.6 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 2.2 t ha⁻¹. (Vázquez *et al.*, 2010). Las variedades comerciales sólo se utilizan en alrededor del 20% de la superficie dedicada a la producción de maíz, y en el resto, los agricultores utilizan semillas conservadas de manera tradicional, con variedades nativas de polinización libre o generaciones avanzadas de híbridos (Hernández y Esquivel, 2004; Taba *et al.*, 2006).

Las variedades de maíz mejorado son inadecuadas para los productores porque en su proceso de obtención se ignoran los patrones varietales y las características de calidad de los criollos. Las razas tradicionales de maíz están bien adaptadas a condiciones locales de producción y usos, así como por las preferencias en tipos de grano específico para platillos locales; por lo que constituyen un componente clave en la seguridad alimentaria del hogar (Taba *et al.*, 2006; Márquez, 2008).

La diversidad del maíz en México se encuentra en los sistemas agrícolas tradicionales. Los agricultores siembran variedades autóctonas y, a través de su conocimiento, las preferencias y prácticas que han desarrollado, continúan manteniendo la diversidad en este cultivo (Bellon y Berthaud, 2006). La pérdida continua de la diversidad de los maíces nativos ha renovado el interés por su rescate, conservación y aprovechamiento, de tal forma que se han apoyado proyectos para recolectar, evaluar y caracterizar maíces nativos en diferentes regiones y estados del país (Martin *et al.*, 2008; Hortelano *et al.*, 2008).

En el año de 1997 se realizaron actividades para coleccionar, conservar y mejorar los maíces de la raza Zapalote chico, logrando reunir un total de 97 colectas. Evaluación y selección a partir de características agronómicas permitieron distinguir 18 colectas sobresalientes, por lo que se planteó como objetivo evaluar el rendimiento de grano y otras características agronómicas en 18 criollos sobresalientes de maíz de la raza Zapalote chico. Las evaluaciones de campo se desarrollaron en los terrenos experimentales del Instituto Tecnológico de Comitancillo.

Se registraron las siguientes variables: días a floración masculina (DFM), días a floración femenina (DFF), altura de la planta (ALP), altura de la mazorca (ALM), longitud de mazorca (LM), diámetro de la mazorca (DM), número de hileras de grano de la mazorca (NHM), largo de grano (LG), ancho de grano (AG) y rendimiento de grano (RG).

In Mexico are planted 9.6 million hectares annually, with an average yield of 2.2 t ha⁻¹ (Vázquez *et al.*, 2010). Commercial varieties are used in only about 20% of the area under maize production, and the rest, farmers use conserved seeds traditional way, with native open pollinated varieties or advanced generations of hybrids (Hernández and Esquivel, 2004; Taba *et al.*, 2006).

The improved maize varieties are inadequate for producers because in the process of obtaining the varietal patterns and quality characteristics of the landraces are ignored. Traditional maize races are well adapted to local conditions of production and uses, as well as preferences for specific types of grain local dishes; therefore constitute a key component in household food security (Taba *et al.*, 2006; Márquez, 2008).

The diversity of maize in Mexico is in traditional farming systems. Farmers plant native varieties, and through their knowledge, preferences and practices that have developed, continue to maintain diversity in this crop (Bellon and Berthaud, 2006). The continuing loss of diversity of native maize has renewed interest in their rescue, conservation and use, so projects have been supported to collect, evaluate and characterize native maize in different regions and States (Martin *et al.*, 2008; Hortelano *et al.*, 2008).

In 1997 the activities to collect, preserve and improve the tiny Zapalote maize race, managed to raise a total of 97 collections. Evaluation and selection from 18 agronomic characteristics allow to distinguish outstanding collections, raised to evaluate grain yield and other agronomic traits in 18 outstanding landrace of tiny Zapalote race maize. Field assessments were developed in the experimental fields of Comitancillo Institute of Technology.

The following variables were recorded: days to male flowering (DFM), days to silking (DFF), plant height (ALP), ear height (ALM), ear length (LM), cob diameter (DM), number of grain rows Cob (NHM), Long grain (LG), grain width (AG) and grain yield (RG).

Highly significant differences for varieties (VAR), agricultural year (YEAR) and the VAR x YEAR interaction variables for grain yield, days to male flowering, days to silking, plant height, ear height and width were found grain (Table 2). The high significance of differences between

Cuadro 1. Sitios de colecta y denominación de 18 maíces criollos sobresalientes de la raza Zapalote chico.
Table 1. Sites of collecting and naming of 18 outstanding landraces of tiny Zapalote race.

	Variedad	Comunidad	Nombre local	Color	Altitud (msnm)
1	OAX-823	San Pedro Comitancillo	Hoja morada	Blanco	76
2	OAX-826	San Pedro Comitancillo	Zapalote chico	Blanco	72
3	OAX-827	San Pedro Comitancillo	Zapalote	Blanco	70
4	OAX-830	Sto. Dgo Chihuitán	Zapalote blanco	Blanco	96
5	OAX-832	Sto. Dgo Chihuitán	Cuarentena	Blanco	99
6	OAX-834	Stgo. Laollaga	Zapalote	Blanco	127
7	OAX-838	Stgo. Laollaga	Zapalote	Blanco	130
8	COL-29	Sn Fco. Ixhuatán	Zapalote	Blanco	16
9	COL-31	Montecillo Sta. Cruz	Zapalote	Blanco	15
10	COL-32	Montecillo Sta. Cruz	Zap. enredado	Blanco	10
11	COL-34	Unión Hidalgo	Zapalote morado	Blanco	15
12	COL-36	Unión Hidalgo	Zapalote chico	Blanco	17
13	COL-45	Sta. Ma. Xadani	Maíz chiquito	Blanco	10
14	COL-51	Álvaro Obregón	Olote colorado	Blanco	25
15	COL-58	San Blas Atempa	Maíz chico	Blanco	35
16	COL-62	El Morro Mazatán	Criollo	Blanco	19
17	COL-64	El Morro Mazatán	Chiquito morado	Blanco	5
18	ZAP MOR	San Pedro Comitancillo	Zapalote morado	Blanco	70

Se encontraron diferencias altamente significativas para variedades (VAR), año agrícola (AÑO) y para la interacción VAR x AÑO para las variables rendimiento de grano, días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta, altura de mazorca y ancho de grano (Cuadro 2). La alta significancia de las diferencias entre variedades refleja la variabilidad y diversidad genética que existe entre los materiales evaluados de la raza Zapalote chico de maíz.

varieties reflected the variability and genetic diversity among the materials evaluated in the tiny Zapalote race maize.

No statistical significance for the VAR x YEAR interaction in long variables ear, ear diameter, number of rows along the cob and grain was presented; behaviour was equal to the number of rows on the cob YEAR factor. A larger variance

Cuadro 2. Cuadrados medios de los análisis de varianza combinado para las variables estudio, durante cuatro años de evaluación en San Pedro Comitancillo, Oaxaca.

Table 2. Mean squares of the combined analyses of variance for the variables study during four years of assessment in San Pedro Comitancillo, Oaxaca.

FV	gl	REN (t ha ⁻¹)	DFM (días)	DFF (días)	ALP (cm)	ALM (cm)	LM (cm)	DM (cm)	NHM	LG (mm)	AG (mm)
Año agrícola (Año)	3	17.41**	241.66**	365.08**	6334.74**	3564.02**	27.75**	1.02**	2.99 ^{ns}	27.38**	13.35**
Variedad (Var)	17	0.69**	18.13**	18.41**	944.82**	287.69**	9.08**	0.59**	12.48**	1.96 ^{ns}	2.21**
Var x Año	51	0.93**	14.66**	17.77**	833.86**	251.57**	2.36 ^{ns}	0.233 ^{ns}	1.85 ^{ns}	2.42 ^{ns}	2.06**
Error	68	0.26	4.11	3.95	276.24	116.31	1.94	0.163	3.31	146	0.94
Total	143										
CV (%)		21.27	4.23	3.95	12.84	16.06	13.29	10.2	16.73	14.92	10.56
Media		2.41	47.86	50.22	129.44	67.14	10.47	3.95	10.87	10.14	9.19

FV= fuentes de variación; gl= grados de libertad; **= altamente significativo; ns= no significativo; RG= rendimiento de grano; DFM= días a floración masculina; DFF= días a floración femenina; ALP= altura de planta; ALM= altura de inserción de la mazorca; LM= longitud de la mazorca; DM= diámetro de la mazorca; NHM= número de hileras de la mazorca; LG= largo del grano; AG= ancho del grano.

No se presentó significancia estadística para la interacción VAR x AÑO en las variables largo de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras de la mazorca y largo de grano; igual comportamiento fue para el número de hileras de la mazorca en el factor AÑO. Una mayor varianza debida al factor VAR, se presentó en rendimiento de grano, altura de planta y altura de mazorca, lo que indica que se comportaron en forma diferente en cuanto a las condiciones climáticas y del manejo agronómico practicado en cada uno de los años. Los coeficientes de variación para las variables estudiadas fueron relativamente bajos; valores que sugieren que la conducción de los ensayos y los resultados obtenidos son confiables (Reyes, 1990).

Rendimiento de grano

La factibilidad del cultivo se define mediante este carácter, para obtener mayores beneficios. Los rendimientos medios (t ha^{-1}) que se obtuvieron en los 4 años de prueba fueron muy diferentes: 2.95 en 2004; 2.36 en 2005; 2.89 en 2008; 1.45 en 2010 (Cuadro 3). Los años en los que el rendimiento de grano fue mayor son 2004 y 2008, con 2.95 y 2.89 t ha^{-1} en forma respectiva.; los valores más bajos de ambos factores ocurrieron en 2005 y 2010.

due to VAR factor, appeared in grain yield, plant height and ear height, indicating that behaved differently in terms of climatic and agronomic management practiced in each of the years conditions. The coefficients of variation for the variables studied were relatively low; values suggest that the conduct of the trials and the results obtained are reliable (Reyes, 1990).

Means with the same letter in each column are statistically different (Tukey 0.05); RG= grain yield; DFM= days to male flowering; DFF= days to silking; ALP= plant height; ALM= height of ear position; LM= length of the cob; DM= diameter of the ear; NHM= no of rows per cob; LG= grain length, AG= width of the grain.

Grain yield

The feasibility of the crop is defined by this character, for higher profits. Average yields (t ha^{-1}) obtained in the 4 years of trial were very different: 2.95 in 2004; 2.36 in 2005; 2.89 in 2008; 1.45 in 2010 (Table 3). The years in which the grain yield was higher are 2004 and 2008, with 2.95 and 2.89 t ha^{-1} in respective manner; the lowest values of both factors occurred in 2005 and 2010.

Cuadro 3. Caracteres agronómicos de 18 maíces criollos sobresalientes de la raza Zapalote chico, durante cuatro años de evaluación. San Pedro Comitancillo, Oaxaca.

Table 3. Agronomic characters of 18 outstanding landraces of tiny Zapalote race for during four years of assessment. San Pedro Comitancillo, Oaxaca.

Año	Caracteres agronómicos									
	RG (t ha^{-1})	DFM (días)	DFF (días)	ALP (cm)	ALM (cm)	LM (cm)	DM (cm)	NHM (No.)	LG (mm)	AG (mm)
2004	2.95 a	50.61 a	53.97 a	114.16 c	56.58 c	10.23 bc	4.14 a	11.00 a	11.22 a	10.02 a
2005	2.36 b	45.11 b	46.66 d	145.94 a	78.66 a	10.51 b	3.89 ab	10.66 a	10.47 a	9.14 b
2008	2.89 a	49.44 a	51.5 b	125.55 b	71.77 b	11.63 a	4.03 a	11.22 a	9.38 b	8.56 b
2010	1.45 c	46.27 b	48.77 c	132.11 b	61.55 c	9.52 c	3.75 b	10.61 a	9.48 b	9.04 b
CV (%)	21.27	4.23	3.95	12.84	16.06	13.29	10.2	16.73	14.92	10.56
Media	2.41	47.86	50.22	129.44	67.14	10.47	3.95	10.87	10.14	9.19
DMSH	0.32	1.26	1.23	10.32	6.69	0.86	0.25	1.13	0.94	0.61

Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (Tukey 0.05); RG= rendimiento de grano; DFM= días a floración masculina; DFF= días a floración femenina; ALP= altura de planta; ALM= altura de inserción de la mazorca; LM= longitud de la mazorca; DM= diámetro de la mazorca; NHM= núm. de hileras de la mazorca; LG= largo del grano; AG= ancho del grano.

Las variedades con los rendimientos medios más altos fueron COL-36 con 2.97 t ha^{-1} y OAX-838 con 2.82 t ha^{-1} , que pertenecen a las poblaciones de Unión Hidalgo y Santiago Laollaga respectivamente; identificados con la raza Zapalote chico, de la región del Istmo de Tehuantepec, estado de Oaxaca, distinguida como el área geográfica de distribución de dicha raza (Wellhausen *et al.*, 1957; López *et al.*, 2005).

The varieties with the highest average yields were COL-36 with 2.97 t ha^{-1} and OAX-838 with 2.82 t ha^{-1} , which belong to the people of Union Hidalgo and Santiago Laollaga respectively; identified with tiny Zapalote race, from the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, distinguished as the geographic range of this race (Wellhausen *et al.*, 1957; López *et al.*, 2005).

Por otra parte, a pesar de no considerar en la evaluación materiales mejorados usados como testigos, López *et al.* (2005) y Taba *et al.* (2006) concuerdan que en el Istmo de Tehuantepec, donde los vientos fuertes pueden provocar acame de tallo y de raíz, la raza Zapalote chico, que es de madurez temprana, ofrece rendimientos más confiables, a través de años, que las variedades de mayor rendimiento, que se identifican por tener maduración tardía. Al respecto, se ha demostrado que con frecuencia los maíces criollos superan o igualan en rendimiento a las variedades mejoradas, y por ello pueden ser aprovechados por otros productores y en programas de mejoramiento genético.

En 2004 y 2008 se presentó cierta coincidencia entre las variedades de mayor rendimiento, así como entre las de menor rendimiento, lo cual no ocurrió en 2005 y 2010. Es decir, varios de los materiales evaluados con alto rendimiento en 2004 y 2008 fueron los de menor rendimiento en 2005 y 2010. Sin embargo, en el Cuadro 4 se observan variedades que tuvieron un buen nivel de rendimiento, y que mostraron posiciones semejantes en los cuatro años de evaluación, como fue el caso de las colectas: OAX-838, COL-36, COL-45 y ZAP MOR.

Furthermore, although not considered in the assessment improved materials used as controls, Lopez *et al.* (2005) and Taba *et al.* (2006), agreed that in the Isthmus of Tehuantepec, strong winds can cause lodging of stem and root, tiny Zapalote race maize, who is early maturing, provides more reliable yields, through years, that varieties more yield, identified as having late maturity. In this regard, it has been shown that often landraces exceed or equal in yield to improved varieties, and can therefore be used by other producers and breeding programs.

In 2004 and 2008, some overlaps between the higher yielding varieties were introduced, and among the lowest yield, which did not occur in 2005 and 2010. In other words, various materials evaluated with high yield in 2004 and 2008 were those of lower yield in 2005 and 2010. However, Table 4 varieties that had a good level of yield, and showed similar positions in the four years of assessment are observed, as in the case of collections: OAX-838, COL-36, COL-45 and ZAP MOR.

It is observed that, the 18 collections studied had high average yield, with respect to reporting INEGI (2002), which is 1.25 t ha⁻¹ suggesting continuing studies specifically on

Cuadro 4. Rendimiento de grano (t ha⁻¹) de 18 criollos sobresalientes de maíz, durante 4 años de prueba en San Pedro Comitancillo, Oaxaca (Tukey 0.05).

Table 4. Grain yield (t ha⁻¹) of 18 outstanding landrace maize during four years of testing in San Pedro Comitancillo, Oaxaca (Tukey 0.05).

Combinado			2004		2005		2008		2010	
Var	Ren		Var	Ren	Var	Ren	Var	Ren	Var	Ren
12	COL-36	2.97 a	1	4.26 a	12	4.11 a	13	3.94 a	14	2.44 a
7	OAX-838	2.82 a	3	3.69 ab	5	3.69 ab	7	3.67 ab	12	2.10 ab
13	COL-45	2.81 a	16	3.45 ab	11	3.42 abc	3	3.48 ab	16	1.97 abc
11	COL-34	2.58 ab	7	3.23 ab	8	3.29 abc	1	3.33 ab	15	1.85 abc
3	OAX-827	2.55 ab	14	3.23 ab	10	2.98 abc	16	3.26 ab	11	1.71 abc
1	OAX-823	2.55 ab	8	3.21 ab	13	2.84 abc	15	3.26 ab	7	1.62 abc
5	OAX-832	2.51 ab	18	3.15 ab	7	2.76 abc	6	3.15 ab	13	1.49 abc
16	COL-62	2.47 ab	10	3.09 ab	6	2.58 abc	2	3.13 ab	18	1.42 abc
10	COL-32	2.43 ab	13	3.05 ab	9	2.49 abc	17	3.12 ab	17	1.42 abc
14	COL-51	2.43 ab	5	2.91 ab	18	1.92 abc	18	3.09 ab	10	1.41 abc
18	ZAP MOR	2.40 ab	12	2.83 ab	17	1.86 abc	9	2.89 ab	3	1.40 abc
15	COL-58	2.32 ab	2	2.67 ab	15	1.76 bc	12	2.85 ab	2	1.38 abc
9	COL-31	2.26 ab	11	2.66 ab	4	1.66 bc	5	2.79 ab	4	1.30 abc
17	COL-64	2.23 ab	9	2.58 ab	3	1.64 bc	14	2.54 ab	9	1.1 abc
8	COL-29	2.15 ab	15	2.53 ab	1	1.61 bc	11	2.52 ab	1	0.99 abc
6	OAX-834	2.14 ab	17	2.51 ab	14	1.51 bc	10	2.25 ab	6	0.96 bc
2	OAX-826	2.13 ab	4	2.33 b	2	1.33 c	4	1.64 ab	8	0.93 bc
4	OAX-830	1.73 b	6	1.87 b	16	1.2 c	8	1.16 b	5	0.63 c
	CV	21.27		15.22		23.82		22.09		24.72
	Media	2.41		2.95		2.364		2.89		1.45
	DMSH	0.93		1.82		2.28		2.59		1.45

Se observa que las 18 colectas estudiadas tuvieron rendimiento promedio alto, con respecto a lo que reporta INEGI (2002) que es de 1.25 t ha^{-1} , lo que sugiere continuar los estudios de forma específica sobre ellos, para detectar otros atributos que permitan recomendarlos para siembras comerciales o ser considerados en un programa de mejoramiento genético. La recomendación se refiere a la caracterización física del grano, pruebas de nixtamalización y elaboración de tortilla, así como el estudio físico de totopos, que es el uso que identifica el germoplasma de Zapalote chico.

El análisis de varianza reportó significancia estadística para las variables días a floración masculina y femenina; características que definen la precocidad de los cultivos. La importancia de esta raza radica en su precocidad (López *et al.*, 2005), lo que permite obtener al menos dos cosechas en el mismo terreno por año; de aquí que para un criterio de selección se definen como deseables los materiales que se ubican con valores menores. El periodo que requirieron las colectas para llegar a la floración masculina fue de 45.5 a 51.5 días después de la siembra (Cuadro 5) destacándose la COL-34 como el de menor número de días, en tanto que la COL-31 fue la que requirió más días a la floración masculina. Sobre este particular cabe señalar que Taba *et al.* (2006) reportan 76 días, en promedio para los días de antesis. Para la floración femenina el periodo fue de 47.75 a 53.5 días, destacando los mismos materiales en la floración masculina.

En las condiciones señaladas, esta raza de maíz responde de forma ventajosa, debido a su porte bajo y a su tolerancia al acame. La altura de planta fue de 110.38 cm para la variedad OAX-823, hasta 150.13 cm donde se ubicó la variedad COL-45 (Cuadro 5). Para la altura de inserción de la mazorca, se ubicó la variedad OAX-823 con el valor más bajo (58.75 cm), en tanto que el valor alto fue para la COL-29 con 79.63 cm. Los valores mencionados concuerdan con lo reportado por Wellhausen *et al.* (1951), al señalar que la altura de planta en esta raza de maíz es de 1 a 2 m, y con Taba *et al.* (2006) quienes encontraron valores de 156 cm en altura de planta y 82 cm para la altura de mazorca.

La longitud de mazorca registró valores de 9.09 cm (COL-34) a 12.63 cm (COL-62), ofreciendo reducida variación en este carácter, debido tal vez a que las colectas evaluadas son de poca heterogeneidad al respecto, a pesar de la separación de los grupos estadísticos del Cuadro 5. El diámetro de mazorca señala cifras de 3.53 cm (OAX-823) a 4.7 cm (ZAP MOR) entre los materiales genéticos. El número de hileras de grano por mazorca en el germoplasma estudiado se

them to detect other attributes that allow recommending for commercial plantings or be considered in a breeding program. The recommendation refers to the physical characterization of grain and processing tests of “nixtamalización” of tortillas and tortilla chips on physical study, which is the use identifying germplasm of tiny Zapalote race.

The ANOVA reported statistical significance for variables days to male and female flowering; defining characteristics earliness of crops. The importance of this breed is its earliness (López *et al.*, 2005), which allows for at least two crops on the same land per year; hence, for a selection criterion are defined as desirable materials with lower values are located. The period required to reach collections male flowering was 45.5 to 51.5 days after sowing (Table 5) highlighting the COL-34 as the lowest number of days, while the COL-31 was requiring more days blooming. In this regard it is noted that Taba *et al.* (2006) report 76 days on average for the days of anthesis. For female flowering period was 47.75 to 53.5 days, highlighting the same materials in blooming.

In the above conditions, this breed maize responds advantageously due to its low height and its tolerance to lodging. Plant height was 110.38 cm for variety OAX-823, to 150.13 cm where the variety COL-45 (Table 5) was located. For the height of ear position, the OAX-823 range with the lowest value (58.75 cm) was located, while the highest value was for the COL-29 with 79.63 cm. The above values are consistent with those reported by Wellhausen *et al.* (1951), noting that plant height in this breed of maize is 1-2 m, and Taba *et al.* (2006), who found values of 156 cm in plant height and 82 cm for ear height.

The ear length values recorded 9.09 cm (COL-34) to 12.63 cm (COL-62), offering reduced variation in this character, perhaps because the evaluated collections are of little heterogeneity, despite the separation statistical groups in Table 5. The diameter of 3.53 points cob figures cm (OAX-823) to 4.7 cm (ZAP MOR) between genetic materials. The number of grain rows per ear in the studied was characterized germplasm 9.5 (OAX-823) to 15 (ZAP MOR). Wellhausen *et al.* (1951) considered that, the race tiny Zapalote can occur in 10-12 rows and ear diameter of 4 to 4.4 cm. With the values found with those reported in these variables, grain yield identifying this breed maize can be considered small.

The length of the cob is comparable to that of the landraces identified as intermediate and late by López *et al.* (2005). Taba *et al.* (2006) reported an average ear length 12 cm, diameter 4.4 cm cob and 11 rows of maize in the cob.

caracterizó de 9.5 (OAX-823) a 15 (ZAPMOR). 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. Con los valores encontrados y con los reportados en estas variables, el rendimiento de grano que identifica a esta raza de maíz puede considerarse como reducido.

Conclusions

In the Isthmus Oaxaca there is a wide genetic variation among and within populations of breed tiny Zapalote race maize. Grain yield for varieties and years of

Cuadro 5. Variables agronómicas de 18 criollos sobresalientes durante 4 años de prueba en San Pedro Comitancillo, Oaxaca (Tukey 0.05).

Table 5. Variables of 18 outstanding agronomic landrace test during four years in San Pedro Comitancillo, Oaxaca (Tukey 0.05).

Variedades	DFM	DFF	ALP (cm)	ALM (cm)	LM (cm)	DM (cm)	NHM
OAX-823	47.38 bcd	49.50 cd	110.38 c	58.75 b	9.24 cd	3.53 b	9.50 b
OAX-826	47.63 bcd	50.50 abcd	118.38 bc	64.38 ab	10.60 abcd	5.55 b	11.50 b
OAX-827	48.13 abc	50.50 abcd	116.88 bc	60.50 ab	11.60 abcd	3.96 b	10.50 b
OAX-830	48.75 abc	50.25 abcd	118.38 bc	64.75 ab	10.30 abcd	3.79 b	10.50 b
OAX-832	47.75 bcd	50.75 abcd	121.88 abc	62.25 ab	10.69 abcd	3.80 b	10.50 b
OAX-834	47.50 bcd	50.00 abcd	139.38 abc	72.25 ab	9.18 cd	3.90 b	10.00 b
OAX-838	47.26 bcd	50.00 abcd	115.50 bc	58.88 b	10.31 abcd	4.13 ab	10.50 b
COL-29	49.5 abc	52.5 abc	135.50 abc	79.63 a	9.15 cd	4.24 ab	10.25 b
COL-31	51.50 a	53.5 a	140.00 abc	71.00 ab	10.69 abcd	4.03 ab	12.50 ab
COL-32	47.75 bcd	49.75 bcd	124.38 abc	68.25 ab	10.06 bcd	3.79 b	10.50 b
COL-34	45.50 d	47.75 d	137.88 abc	68.38 ab	9.09 d	4.13 ab	10.50 b
COL-36	47.00 cd	50.25 abcd	141.5 ab	75.13 ab	11.06 abcd	4.11 ab	10.00 b
COL-45	45.75 d	48.50 d	150.13 a	70.38 ab	12.19 ab	3.65 b	11.50 b
COL-51	46.63 cd	49.00 cd	134.25 abc	69.00 ab	11.63 abc	3.98 ab	10.50 b
COL-58	47.50 bcd	49.25 cd	130.38 abc	63.50 ab	10.22 abcd	3.96 b	10.00 b
COL-62	50.75 ab	53.25 ab	132.88 abc	68.75 ab	12.63 a	3.90 b	11.50 b
COL-64	47.75 bcd	49.50 cd	127.25 abc	60.00 b	10.70 abcd	4.09 ab	10.50 b
ZAPMOR	47.50 bcd	49.38 cd	135.13 abc	69.88 ab	9.26 cd	4.70 a	15.00 a
CV %	4.23	3.95	12.84	16.06	13.29	10.2	16.73
Media	47.86	50.22	129.44	67.14	10.47	3.95	10.87
DMSH	3.67	3.6	30.13	19.55	2.52	0.73	3.29

DFM= días floración masculina; DFF= días a floración femenina; ALP= altura de planta; ALM= altura de mazorca; LM= largo de mazorca; DM=diámetro de mazorca y NHM= núm. de hileras de mazorca.

El largo de la mazorca se puede comparar con el de los criollos identificados como intermedios y tardíos por López *et al.* (2005). Taba *et al.* (2006) reportaron una media en longitud de mazorca de 12 cm, diámetro de mazorca de 4.4 cm y 11 hileras de grano en la mazorca.

assessment fluctuated between 1.73 to 2.97 t ha⁻¹. The varieties with higher average yields were 36 and COL-OAX-838. The highest stability in this character was presented to OAX-838, COL-31, COL-32 and COL-51.

Conclusiones

En la región del Istmo Oaxaqueño existe una amplia variación genética entre y dentro de poblaciones de la raza de maíz Zapalote chico. El rendimiento de grano para las variedades y años de evaluación fluctuó entre 1.73 a 2.97 t ha⁻¹. Las variedades con rendimientos medios más altos fueron COL-36 y la OAX-838. La mayor estabilidad en este carácter se presentó para OAX-838, COL-31, COL-32 y COL-51.

La floración masculina presentó una variación de 45.5 a 51.5 días después de la siembra, mientras que en la floración femenina el rango fue de 47.75 a 53.5 días después de la siembra. La altura de planta fluctuó de 110.38 a 150.13 cm, en tanto la altura de posición de la mazorca fue de 58.75 a 79.63 cm.

El maíz Zapalote chico, cuyo ambiente de producción es la región Istmeña de Oaxaca; ha sido y sigue siendo el más apropiado, por su adaptación y sus características de producción y consumo.

Literatura citada

- Bellon, R. M. and Berthaud, J. 2006. Traditional Mexican agricultural systems and the potential impacts of transgenic varieties on maize diversity. *Agriculture and Human Values*. 23:3-14.
- Hernández, C. J. M.; Esquivel, E. G. 2004. Rendimiento de grano y características agronómicas en germoplasma de maíz de Valles Altos de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 1:27-31.
- Hortelano, S. R. R.; Muñoz, G. A.; Santacruz, V. A.; Miranda, C. S. y Córdova, T. L. 2008. Diversidad morfológica de maíces nativos del Valle de Puebla. *Agríc. Téc. Méx.* 34(2):189-200.
- Male flowering showed a variation of 45.5 to 51.5 days after planting, while silking the range of 47.75 to 53.5 was days after sowing. Plant height fluctuated from 150.13 to 110.38 cm, while the height position of the ear was 58.75 to 79.63 cm.
- The tiny Zapalote race maize, whose production environment is the Isthmian region of Oaxaca; has been and remains the most appropriate, for their adaptation and characteristics of production and consumption.
- End of the English version*
-
- 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. *Interciencia*. 5:284-290.
- Márquez, S. F. 2008. De las variedades criollas de maíz (*Zea mays* L.) a los híbridos transgénicos. I: recolección de germoplasma y variedades mejoradas. *Agríc. Soc. Des.* 2:151-166.
- Martin, L. J. G.; Ron, P. J.; Sánchez, G. J. J.; De la Cruz, L. L.; Morales, R. M. M.; Carrera, V. J. A.; Ortega, C. A.; Vidal, M. V. A. y Guerrero, H. M. J. 2008. Caracterización agronómica y morfológica de maíces nativos del noroccidente de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 31:331-340.
- Reyes, C. P. 1990. Diseño de experimentos aplicados. Editorial. Trillas 3ª. Ed. 348 p.
- Taba, S.; Díaz, J.; Aragón, C. F.; Rincón, S. F.; Hernández, C. J. M. and Krakowsky, M. 2006. Evaluation of Zapalote Chico accessions for conservation and enhancement. *Maydica*. 51:209-218.
- 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. *Rev. Fitotec. Mex.* 4(31):49-56.
- Wellhausen, E. J.; Roberts, L. M.; Hernández, X. E. y Mangelsdorf, P. C. 1951. Razas de maíz en México. Folleto Técnico 5. Oficina de Estudios Especiales. SAG., México. 239 p.